

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**Impacto da seleção de touros pelo mérito genético  
para fertilidade na eficiência reprodutiva de  
rebanhos leiteiros**

Marcello Mamedes dos Santos

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Adriana Santana do Carmo

GOIÂNIA

2020

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS  
DE TESES E  
DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**1. Identificação do material bibliográfico:**       **Dissertação**       **Tese**

**2. Identificação da Tese ou Dissertação:**

Nome completo do autor: Marcello Mamedes dos Santos

Título do trabalho: Impacto da seleção de touros pelo mérito genético para fertilidade na eficiência reprodutiva de rebanhos leiteiros

**3. Informações de acesso ao documento:**

Concorda com a liberação total do documento  SIM       NÃO<sup>1</sup>

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

Assinatura do(a) autor(a)<sup>2</sup>

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente
- Submissão de artigo em revista científica
- Publicação como capítulo de livro
- Publicação da dissertação/tese em livro

<sup>2</sup>A assinatura deve ser escaneada.

Data: 17 / 02 / 2020

MARCELLO MAMEDES DOS SANTOS

**Impacto da seleção de touros pelo mérito genético para fertilidade na  
eficiência reprodutiva de rebanhos leiteiros**

Dissertação apresentada para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia junto à Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Goiás.

**Área de Concentração:**

Produção Animal

**Orientadora:**

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Adriana Santana do Carmo – EVZ/UFG

GOIÂNIA

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

MAMEDES DOS SANTOS, MARCELLO  
IMPACTO DA SELEÇÃO DE TOUROS PELO MÉRITO GENÉTICO  
PARA FERTILIDADE NA EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DE  
REBANHOS LEITEIROS [manuscrito] / MARCELLO MAMEDES DOS  
SANTOS. - 2020.  
34 f.

Orientador: Profa. Dra. ADRIANA SANTANA DO CARMO.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola  
de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia, Goiânia, 2020.

Inclui abreviaturas, símbolos, gráfico, tabelas.

1. MELHORAMENTO GENÉTICO. 2. PRENHEZ. 3. REPRODUÇÃO.  
I. SANTANA DO CARMO, ADRIANA, orient. II. Título.

CDU 635



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Ata nº 71 da sessão de Defesa de Dissertação de **Marcello Mamedes dos Santos** que confere o título de **Mestre (a) em Zootecnia** pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na área de concentração em Produção Animal.

Aos quatro dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte (04/02/2020), a partir das 08h30min, na Escola de Veterinária e Zootecnia, Departamento de Zootecnia, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada "Avaliação do impacto da seleção de touros pelo mérito genético para fertilidade na eficiência reprodutiva de rebanhos leiteiros brasileiros". Os trabalhos foram instalados pela Orientadora, **Adriana Santana do Carmo** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora Professores: **Eliane Sayuri Miyagi Okada-EVZ/UFG**, membro titular; **Rogério Fonseca Guimarães Peres-UNESP-Botucatu**, membro titular externo. Durante a arguição os membros da banca fizeram sugestão de alteração do título do trabalho conforme explicitado abaixo. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação tendo sido o candidato **aprovado** pelos seus membros. Proclamados os resultados pela **Adriana Santana do Carmo**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora.

**TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA**

Impacto da seleção de touros pelo mérito genético para fertilidade na eficiência reprodutiva de rebanhos leiteiros



Documento assinado eletronicamente por **Adriana Santana Do Carmo, Professora do Magistério Superior**, em 04/02/2020, às 10:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eliane Sayuri Miyagi Okada, Professora do Magistério Superior**, em 04/02/2020, às 10:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rogério Fonseca Guimaraes Peres, Usuário Externo**, em 05/02/2020, às 11:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1135394** e o código CRC **74020D3F**.

## DEDICATÓRIA

À Deus, que através de suas bênçãos sempre me mostrou o caminho correto e me deu forças para enfrentar todas as dificuldades.

A minha esposa Patrícia Silva Almeida e meus dois filhos Pietro Almeida Mamedes e Sofia Almeida Mamedes que são meu apoio ao longo de todas as dificuldades encontradas e entendem o meu serviço de forma compreensiva.

Aos meus pais, Edimar Mamedes de Lima e Anizia Santos de Lima, pela educação e incentivo durante toda a minha vida profissional.

## AGRADECIMENTOS

A Professora Doutora. Adriana Santana do Carmo pela orientação, pela grande amizade construída durante este período, pelas oportunidades proporcionadas, e pela confiança na elaboração deste trabalho.

À Universidade Federal de Goiás (UFG), em especial ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ), pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ) da EVZ, em especial ao professor Marinaldo, a todos os professores e colegas pelas horas de amizade e conhecimento transmitido.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a elaboração deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

**Muito Obrigado!**

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	vii
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	viii
<b>LISTA DE ABREVIATURAS.....</b>	ix
<b>RESUMO.....</b>	x
<b>ABSTRACT.....</b>	xi
<b>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....</b>	12
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	12
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	14
<b>2.1. Seleção genética para características reprodutivas.....</b>	14
<b>2.2. Seleção genética para Taxa de prenhez das filhas.....</b>	14
<b>2.3. Seleção genética para taxa de concepção de novilhas e de vacas.....</b>	18
<b>2.4. Seleção Genômica para as características reprodutivas.....</b>	19
<b>2.5 Importância da interação genótipo x ambiente nas estimativas de valores genéticos genômicos.....</b>	20
<b>3. REFERÊNCIAS.....</b>	22
<b>CAPÍTULO 2 – IMPACTO DA SELEÇÃO DE TOUROS PELO MÉRITO GENÉTICO PARA FERTILIDADE NA EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DE REBANHOS LEITEIROS.....</b>	25
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	25
<b>1.1. OBJETIVOS.....</b>	25
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	26
<b>2.1. Análise estatística.....</b>	27
<b>3. RESULTADOS.....</b>	28
<b>3.1. Análise descritiva dos resultados por fazenda e por DPR.....</b>	28
<b>3.2. Correlação de Pearson entre as DPR e as demais características.....</b>	29
<b>3.3. Relação entre DPR e dias em aberto em vacas e novilhas.....</b>	30
<b>4. DISCUSSÃO.....</b>	31
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	33
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	34

**LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1- Médias dos mínimos quadrados por grupo DPR (grupo de fertilidade genética) e Dias Abertos.....	16
FIGURA 2- Diferença nos dias atuais abertos na primeira lactação quando as novilhas foram classificadas por ATP genômica por DPR.....	17
FIGURA 3- Relação entre DPR e dias em aberto e taxa de prenhez nas fazendas analisadas	30

**LISTA DE TABELAS**

TABELA 1- Associação entre o grupo genômico para a fertilidade com base no DPR PTA e nos resultados reprodutivos em um rebanho comercial dos EUA <sup>21</sup> .....	17
TABELA 2- Análise descritiva do número de touros, número de IA por concepção, dias em aberto e DPR <sub>F</sub> das vacas e o DPR e o CCR dos touros em cada uma das fazendas avaliadas.....	28
TABELA 3- Impacto do uso de touros de diferentes DPR na taxa de concepção e nos dias em aberto.....	29
TABELA 4- Impacto do uso de touros de diferentes CCR na taxa de concepção e nos dias em aberto.....	29
TABELA 5- Matriz de correlação fenotípica e seus valores de significância entre as variáveis N° IA por concepção, dias em aberto, DPR e taxa de prenhez. Valores acima da diagonal representam os valores de correlação de Pearson e valores abaixo da diagonal representam valores de significância estatística.....	29

**LISTA DE ABREVIATURAS**

ASBIA	- Associação Brasileira de Inseminação Artificial
CCR	- Cow Concept Rate
DA	- Dias em Aberto
DPR	- Daughter Pregnancy Rate
EUA	- Estados Unidos da America
FIQ	- Faixa Interquartil
HCR	- Heifer Concept Rate
IA	- Inseminação Artificial
IATF	- Inseminação Artificial em Tempo Fixo
IEP	- Intervalo entre Partos
IGA	- Interação Genotipo Meio ambiente
IPP	- Idade ao Primeiro Parto
PTA	- Habilidade Prevista de Transmissão

## RESUMO

A larga utilização da inseminação artificial favoreceu que diferentes genótipos fossem distribuídos em distintas regiões ao redor do mundo. A falta de adaptação a algumas condições ambientais pode causar um efeito denominado interação genótipo x ambiente, principalmente em características poligênicas, afetando o desempenho dos animais. Deste modo, objetivou-se avaliar o efeito da seleção de touros baseada na taxa de prenhez de suas filhas (DPR), na fertilidade dos rebanhos nacionais. Foram coletadas informações de desempenho reprodutivo em seis rebanhos, localizadas em três estados diferentes. As propriedades foram selecionadas com base nos seguintes critérios: a) produção de leite em sistemas confinamento, b) pelo menos 300 vacas em lactação, c) utilização de inseminação artificial em tempo fixo no manejo reprodutivo das fêmeas e d) participação no programa de melhoramento genético da raça Holandesa. Foi realizada a análise de variância para avaliar o impacto de diferentes categorias de DPR e CCR (taxa de concepção de vacas) no número de dias em aberto do rebanho. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando pacotes e *scripts* customizados do programa R. Apesar dos resultados não apresentarem significância estatística ( $P > 0,05$ ), o uso de touros de maior DPR e CCR acarretam na diminuição dos dias em aberto e no aumento das taxas de concepção, o que tem impacto favorável na lucratividade dos sistemas de produção. A correlação de Pearson entre os grupos de DPR e CCR é de 88% o que demonstra que touros com DPR alta em sua maioria apresentam CCR de mesma magnitude.

**Palavras Chaves:** melhoramento genético, prenhez, reprodução.

## ABSTRACT

The widespread use of artificial insemination favored that different genotypes were distributed in different regions around the world. The lack of adaptation to some environmental conditions can cause an effect called genotype x environment interaction, especially in polygenic traits, causing changes in animal performance. Thus, the objective of this study was to evaluate and validate the effect of daughter pregnancy rate (DPR) based sire selection on the fertility of the national herds, contributing to the good direction in the genetic improvement of Holstein cows. Reports about performance reproductive information were collected from six herds located in three different states. The properties were selected based on the following criteria: a) milk production in feedlot systems, b) at least 300 lactating cows, c) use of fixed time artificial insemination in female reproductive management and d) participation in the program of genetic improvement of the Holstein breed. Variance analysis was performed to assess the impact of different categories of DPR and CCR (cow conception rate) on the number of days open in the herd. All statistical analyses were performed using custom packages and scripts of the R program. Although the results are not statistically significant ( $P < 0.05$ ), the decrease in open days and the increase in conception rates have a favorable impact on the profitability of production systems. Pearson's correlation between the RPD and RCC groups is 88%, which shows that bulls with high RPD mostly have RCC of the same magnitude.

**Keywords:** genetic improvement, pregnancy, reproduction

## CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

### 1. INTRODUÇÃO

A seleção para o aumento da produção tem sido muito bem-sucedida na pecuária de leite. Entretanto, a fertilidade das fêmeas sofreu um declínio significativo até o ano de 2009, quando a taxa de prenhez do rebanho americano era de aproximadamente 15%<sup>1</sup>. Apesar de na última década as taxas de prenhez das filhas (DPR), taxa de concepção, dias para a última IA após o parto e intervalo entre partos<sup>1</sup>, terem apresentado uma tendência ascendente, as características de fertilidade continuam sendo uma área de grande preocupação para os produtores de leite, devido ao seu impacto econômico no sistema de produção<sup>2</sup>. A baixa fertilidade é uma das razões mais frequentes para o descarte de animais<sup>3-4</sup>, além de ser um dos problemas mais caros de gerenciar em uma propriedade rural, já que cada perda de prenhez custa aproximadamente US\$500,00<sup>5</sup>.

A seleção direta para a fertilidade de vacas foi iniciada nos Estados Unidos em 2003 com a introdução de avaliações genéticas para taxa de prenhez das filhas (DPR – *daughter pregnancy rate*)<sup>6</sup>. Desde então, a DPR foi incorporada a todos os principais índices de seleção utilizados pelos produtores de leite dos EUA. Em 2010, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA – *United States Department of Agriculture*), iniciou avaliações para taxa de prenhez de novilhas (HCR- *Heifer Conception Rate*) e taxa de concepção de vacas (CCR- *Cow Conception Rate*.) Apesar das características associadas à fertilidade do rebanho serem passíveis de melhoria genética, esse processo é oneroso e demorado, devido, entre outras coisas, à sua baixa herdabilidade, que pode variar de 1% em características como CCR e HCR, respectivamente, a 4% para DPR<sup>7</sup>.

Para a estimação de valores genéticos de características de baixa herdabilidade com alta confiabilidade, é necessário um grande número de informações fenotípicas coletadas em parentes, principalmente progênies. Esse processo, de modo geral, demora de 5 a 7 anos e pode custar até R\$ 500.000,00 por touro.

Com o avanço das tecnologias de DNA e dos recursos computacionais, os métodos de seleção se tornaram mais eficientes e confiáveis. Com o aumento da disponibilidade dos marcadores moleculares do tipo polimorfismo de sítio único (SNP)<sup>8</sup>, a seleção genômica tem sido amplamente implementada nas diferentes espécies de produção animal. Como essa metodologia possibilita estimar valores genético genômicos (GEBV – *genomic estimated breeding values*) em animais jovens, antes mesmo da realização do teste de progênies, e acarreta

o aumento da precisão das confiabilidades dos GEBV, essa metodologia é considerada especialmente benéfica para características de baixa herdabilidade e de mensuração tardia, como as de fertilidade<sup>9</sup>.

Atualmente, no Brasil, o produtor de leite seleciona os touros utilizando os valores genéticos genômicos provenientes das avaliações genéticas realizadas nos EUA devido principalmente à confiabilidade dos GEBV e da maior disponibilidade de touros com sêmen comercializado. Contudo, essa prática pode ocasionar alguns problemas devido a interação genótipo ambiente, sabemos que algumas características são fortemente influenciadas por fatores ambientais como as características reprodutivas

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Seleção genética para características reprodutivas**

Nos últimos anos, a avaliação genética e a seleção do gado leiteiro, focaram principalmente em características como a produção de leite, gordura e proteína. Entretanto, foi possível observar que a fertilidade e a saúde das vacas leiteiras sofreram um declínio considerável, sendo atualmente a eficiência reprodutiva, inversamente proporcional à produção de leite<sup>10,11</sup>. Dentre as razões para a redução da fertilidade podemos elencar baixa fertilidade, temos a dificuldade de seleção, correlação genética negativa entre PL e reprodução.

Com o intuito de reverter essa situação, os programas de melhoramento genético que utilizam o Sistema Internacional de Avaliação de Touros, que padroniza as avaliações genéticas de bovinos das raças Holandesa, Ayrshire, Pardo suíço, Guernsey, Jersey e Simental em 34 países, incluíram na sua avaliação genética um índice de fertilidade de reprodutores composto por características que contemplam produção de leite, saúde do úbere, conformação, longevidade, facilidade de parto e fertilidade de fêmeas. Dentre as características utilizadas para selecionar animais mais férteis podemos citar a DPR, HCR e a CCR<sup>12</sup>.

### **2.2. Seleção genética para Taxa de prenhez das filhas**

Devido à preocupação constante dos produtores com a dificuldade de alcançar os níveis desejados de desempenho reprodutivo nos rebanhos, a equipe responsável pelas avaliações genéticas de bovinos leiteiros nos EUA, avaliou diversas características reprodutivas para determinar quais seriam passíveis de seleção genética<sup>13</sup>. Informações como o intervalo entre partos e os dias em aberto estão disponíveis nos dados da DHIA (*Dairy Herd Improvement Association*) há muitos anos, mas não foram avaliados rotineiramente porque as características de fertilidade tendem a ter herdabilidades muito baixas.

Para estimar PTA (Habilidade Prevista de Transmissão) para características de baixa herdabilidade com alta confiabilidade é necessário o registro fenotípico de centenas de filhas. Para touros com apenas filhas da primeira safra, a confiabilidade é em média de cerca de 60%, e as médias dos pais ainda influenciam muito essas estimativas<sup>14</sup>. Sendo assim, o USDA começou a fornecer avaliações genéticas para DPR apenas a partir fevereiro de 2003. Nos últimos anos, a confiabilidade das predições de DPR melhorou, pois, um número maior de rebanhos tem relatado ocorrências reprodutivas, o que permitiu um aumento significativo no número de informações disponíveis para sua estimação.

A DPR permite mensurar o tempo necessário para que as vacas fiquem gestantes novamente depois do parto e é definida como a porcentagem de vacas vazias que ficam prenhes a cada 21 dias. A DPR de valor 1 implica que as filhas de um determinado touro são 1% mais propensas a ficarem gestantes durante esse ciclo estral do que as filhas de um touro com uma DPR de valor 0, o que corresponde a menos 4 dias em aberto<sup>14</sup>.

Para o cálculo da DPR consideram-se os dias em aberto, o intervalo entre partos e a data da cobertura bem-sucedida<sup>15</sup>. Os dias em aberto podem ser convertidos para taxa de prenhez da seguinte forma: taxa de prenhez =  $21 / (\text{dias em aberto} - \text{período voluntário de espera} + 11)$ , onde o período voluntário de espera é a fase inicial de lactação, na qual não ocorrem inseminações (geralmente de 60 dias). O fator +11 se ajusta ao dia médio do ciclo de 21 dias para que as vacas que concebem durante o primeiro ciclo recebam 100% de mérito.

Por exemplo, uma vaca com 154 dias em aberto teria  $(154 - 60 + 11) = 105$  dias em que o inseminador está efetivamente tentando torná-la prenhe. Nesses 105 dias, esperam-se  $105/21 = 5$  ciclos estrais. Assim, a taxa de prenhez para esta vaca seria  $1/5 = 20\%$ . A taxa de prenhez é ajustada para os dias em abertos antes da análise pelo modelo animal para que os EBV (soluções) sejam expressos como DPR<sup>14</sup>.

Mesmo que a fertilidade de bovinos leiteiros seja uma característica com baixa herdabilidade, diferenças expressivas podem ser observadas no valor genético dos touros. Se considerarmos os touros ativos na raça Holandesa nos Estados Unidos, na avaliação genética de agosto de 2014, 10% dos touros com valor genético positivo para fertilidade apresentam DPR média de +2,6%, contra -2,4% para os 10% inferiores, o que, quando traduzido para dias em aberto dá uma diferença próxima a 20 dias<sup>16</sup>.

A estimativa de PTA para DPR em uma fêmea jovem com confiabilidade de 68% seria possível através da avaliação de 184 filhas em uma avaliação genética tradicional<sup>13</sup>. Entretanto, esse grau de confiabilidade pode ser alcançado para as PTA genômicas sem que a fêmea tenha nenhuma progênie avaliada. Portanto, o aumento da confiabilidade e a redução do intervalo de gerações pelo uso dessas avaliações são os fatores mais importantes para a melhora na seleção genética no gado de leite.

A seleção de animais com alto mérito genético para as características reprodutivas, afeta diretamente a rentabilidade do sistema de produção e influenciam as decisões de descarte e reposição. Rebanhos com melhor desempenho reprodutivo têm maior flexibilidade nessas decisões por causa do aumento da disponibilidade de novilhas de reposição e vacas gestantes. A manutenção da pressão de seleção quando os índices reprodutivos são baixos torna-se, em

muitos casos, dispendioso e arriscado, uma vez que exige a compra de novilhas que podem ter menor mérito genético e resulta em rupturas na biossegurança da fazenda<sup>17</sup>.

Considerando as especificidades de cada raça e sistemas de produção, há um intervalo ideal do parto à concepção em que a rentabilidade é maximizada. As vacas que não se tornam gestantes neste período ideal tornam-se economicamente menos atrativas para a propriedade. Nos EUA, o custo de um dia em aberto varia de \$0 a \$6 dólares por animal, dependendo das circunstâncias. O uso de biotecnologias que permitam o aumento da taxa de prenhez e o consequente aumento da produção de leite pelo incremento no número de dias em lactação em detrimento dos dias em aberto possibilita a diluição dos custos dos insumos, tornando a atividade mais lucrativa<sup>18</sup>.

Historicamente, vários artigos da literatura descrevem que o desempenho reprodutivo em vacas leiteiras lactantes nos EUA encontra-se em declínio<sup>1,19</sup>. Bastida-Corcuera et al.<sup>20</sup> demonstraram a relação fenotípica inversa entre a produção de leite e prenhez por inseminação artificial (prenhez/IA) em rebanhos leiteiros. O mesmo não acontece com novilhas em crescimento, indicando que os possíveis mecanismos que levam a menor fertilidade são observados somente quando a lactação é iniciada.

Di Croce et al.<sup>21</sup> mostram em seu trabalho com 3462 animais amostrados de onze grandes fazendas (médias de 4.180 vacas em lactação) distribuídos nas principais regiões produtoras de leite dos Estados Unidos que os DA aumentavam quando touros de menores valores genéticos para DPR foram utilizados ( $P < 0,001$ ). De acordo com esses autores, a diferença bruta entre os quartis superior e inferior de DPR eram de 20 dias em abertos quando as vacas são classificadas por DPR, como demonstrado na Figura 1.

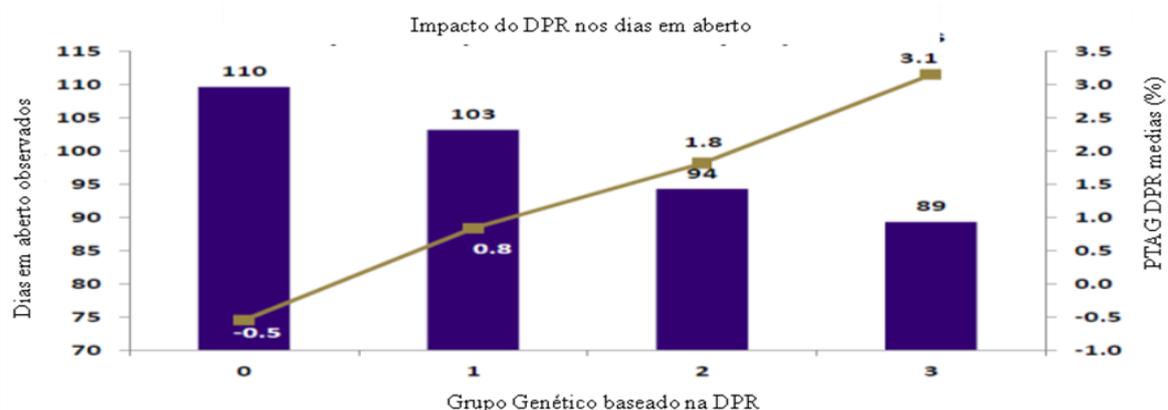


FIGURA 1- Médias dos mínimos quadrados por grupo DPR (grupo de fertilidade genética) e Dias Abertos.

Fonte: adaptado de Di Croce et al.<sup>21</sup>

Os resultados deste estudo são semelhantes aos encontrados por Weigel et al.<sup>17</sup> que quantificam diferenças nos dias em abertos onde os autores também incluem o quartil da PTA e PTA genômica (PTAG) atual do pai para a DPR. Weigel et al.<sup>17</sup> relataram 21,0 dias de diferença nos dias em abertos na primeira lactação quando as novilhas foram classificadas pela PTAG (Figura 2).

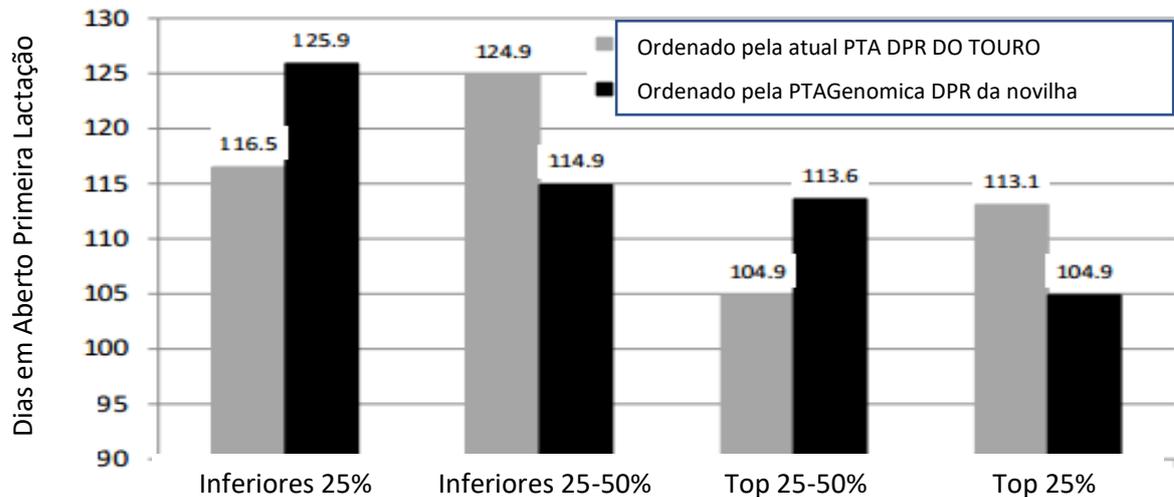


FIGURA 2- Diferença nos dias atuais abertos na primeira lactação quando as novilhas foram classificadas por PTA genômica (PTAG) por DPR<sup>17</sup>.

Fonte: adaptado de Di Croce et al.<sup>21</sup>

Di Croce et al.<sup>21</sup>, também relataram diferenças na taxa de concepção (13%), taxa de prenhez e serviços por concepção (11%), na primeira lactação, quando as novilhas foram classificadas por PTA genômica. A Tabela 1 ilustra a associação entre o grupo genômico para a fertilidade com base no PTAG para DPR e nos resultados reprodutivos em um rebanho comercial dos EUA<sup>21</sup>.

TABELA 1- Associação entre o grupo genômico para a fertilidade com base no DPR PTA e nos resultados reprodutivos em um rebanho comercial dos EUA<sup>21</sup>.

Grupo Genomico Fertilidade	N	T.S	T.C	T.P	S/C
DPR < 0	4336	59%	32%	19%	3,1
DPR 0-1	2707	62%	39%	24%	2,5
DPR >1	531	63%	45%	30%	2,2
Total	7574	60%	36%	22%	2,8

N- número total de IA

T.S- taxa de serviço- número de vacas inseminadas/ número de vacas elegíveis

T.C- taxa de concepção- número de vacas prenhas/número de vacas inseminadas

T.P- taxa de prenhez- taxa de serviço x taxa de concepção

S/C- serviço por concepção

Fonte: adaptado de Di Croce et al.<sup>21</sup>

É também importante ressaltar que nos dados de avaliação genética realizada a partir de dezembro de 2012, a DPR foi desmembrada em dois novos indicadores de fertilidade: taxa de concepção de novilhas (HCR) e taxa de concepção de vacas (CCR).

### **2.3. Seleção genética para taxa de concepção de novilhas e de vacas**

A taxa de concepção de novilha (HCR – *heifer conception rate*) refere-se à habilidade em conceber definida pelo percentual de novilhas inseminadas que se tornaram prenhes a cada serviço<sup>12</sup>. Um HCR de valor “1” define que as filhas deste touro são 1% mais propensas a se tornarem prenhes sendo novilhas, do que as filhas de um touro com HCR com valor 0<sup>16</sup>.

Já a taxa de concepção de vaca (CCR – *cow conception rate*) refere-se à capacidade de conceber vaca em lactação definida pelo percentual de vacas inseminadas que se tornaram prenhes em cada serviço. Um CCR de valor “1” implica que as filhas deste touro são 1% mais propensas a se tornarem prenhes durante a lactação do que as filhas de um touro com uma avaliação de valor “0”<sup>16</sup>.

Mesmo que a confiabilidade para esses parâmetros seja relativamente mais baixa do que para DPR<sup>16</sup>, atualmente programas de melhoramento têm utilizado a HCR e a CCR como parâmetro para inferir a fertilidade de touros, de forma a aumentar o progresso genético da característica. Dados mostram que as raças Holandesa e Jersey apresentaram melhores mérito genético para HCR, entretanto outras raças, como a Pardo Suíço, apresentam tendências genéticas negativas<sup>15,18</sup>.

Há uma alta correlação entre HCR com idade ao primeiro parto. Além disso, alguns dados sugerem que a idade ao primeiro parto ideal está em torno de 2 a 5 meses abaixo do que hoje é considerado<sup>18</sup>. A seleção para idade ao primeiro parto pode ter confiabilidade média de 82% para filhas de reprodutores Holandesa e 77% para filhas de reprodutores Jerseys. Entre outras constatações, estes mesmos autores concluem que a seleção para idade ao primeiro parto pode melhorar a vida produtiva dos animais, bem como a fertilidade, elevando a HCR e consequentemente a lucratividade.

Além disso, os aprimoramentos contínuos dessas predições e a incorporação de informações genômicas representam uma oportunidade sem precedentes para melhorar o desempenho reprodutivo e a rentabilidade do rebanho usando informações genéticas e genômicas combinadas com práticas de gerenciamento adequadas.

#### 2.4. Seleção Genômica para as características reprodutivas

Em 2009, com a divulgação do genoma de referência bovino<sup>22</sup>, foram desenvolvidas ferramentas moleculares que possibilitaram genotipar simultaneamente milhares de marcadores moleculares. Esses microarranjos, fornecem genótipos de mais de 50.000 SNP uniformemente distribuídos em todos os 30 pares de cromossomos bovinos, dos quais aproximadamente 90% são informativos para a raça holandesa. Os genótipos dos alelos herdados por cada animal são analisados em conjunto com os seus fenótipos, possibilitando a predição do efeito do genótipo em cada característica e a estimação dos EBV (predição da capacidade de transmissão) genômicos em um processo denominado de Seleção Genômica (SG)<sup>5</sup>.

O uso de genótipos como fonte de informação na avaliação do mérito genético de um animal tem diversas vantagens. O material genotípico está disponível antes mesmo do nascimento do animal, o que possibilita a avaliação do seu potencial genético antes da expressão fenotípica, e, a avaliação do mérito genético do animal em idades precoces auxilia na redução efetiva do intervalo de gerações, identificando animais superiores mais cedo, reduzindo os recursos investidos em animais que contribuem pouco com o progresso genético<sup>23</sup>.

A implementação da SG causou mudanças profundas na seleção do gado leiteiro. Atualmente, a maioria dos touros jovens são selecionados e comercializados por grandes empresas de inseminação artificial com base apenas na avaliação genômica. Essas predições são derivadas de genótipos obtidos através do DNA extraído de amostras biológicas e genotipados com microarranjos de DNA<sup>2,5</sup>.

As primeiras avaliações genômicas oficiais realizadas pelo USDA foram lançadas em 2009 para as raças Holandesa, Jersey e Pardo Suíça. As predições dos GEBV dos animais são realizadas em três passos distintos, sendo eles:

- 1) Estimação dos efeitos dos marcadores - Para tal, são utilizados os genótipos dos indivíduos, provenientes de microarranjos comerciais de marcadores SNP, e de informações fenotípicas de uma população referência. Os animais da população de referência são animais genotipados que apresentam valores genéticos, estimados nas avaliações genéticas tradicionais, altos e acurados para as características de interesse, o que possibilita estimar os efeitos de cada marcador nessas características;
- 2) validação dos efeitos estimados – comparação dos GEBV estimados com dados genômicos e dos EBV estimados de modo tradicional. A validação dos modelos de estimação dos efeitos é importante para avaliar se os mesmos estão adequados;

3) Os efeitos dos SNP estimados em uma população de referência podem ser usados para estimar valores genéticos genômicos dos animais de uma população, denominada de treinamento, sem coleta fenotípica prévia<sup>22,23</sup>. Sendo assim, animais jovens e até mesmo embriões podem ter GEBV estimados com acurácia moderada.

Uma das principais vantagens da seleção genômica é fornecer predições de mérito genético com maior confiabilidade em menor tempo do que seria alcançado usando os sistemas de avaliação tradicionais baseados em progênes. Isso é particularmente relevante para características de baixa herdabilidade, que demandam um grande número de informações para apresentarem PTA com confiabilidade moderada. Como exemplo uma DPR de uma fêmea jovem com confiança de 68% seria equivalente a mais de 184 filhas em uma avaliação genética tradicional<sup>13</sup>. Poucas vacas leiteiras produzirão tantas filhas e na sua vida útil, no entanto, esse grau de confiabilidade é possível com testes genômicos. Portanto, o aumento da confiança e o menor intervalo de geração do uso de avaliações genômicas são fatores importante para incrementar o melhoramento genético na pecuária de leite.

Além disso, a genômica pode fornecer predições de mérito genético de animais jovens com maior confiabilidade do que nos sistemas tradicionais de avaliação, baseados em progênes. Isto é particularmente relevante para características de herdabilidade baixa, como as reprodutivas, onde as predições genômicas podem fornecer informações mais confiáveis sobre o mérito genético real do animal.

De modo geral, podemos observar uma diferença básica na predição de valores genéticos tradicionais e na predição de valores genéticos genômicos, já que nos primeiros, informações fenotípicas são utilizadas para inferir os efeitos dos genótipos dos indivíduos e, nos últimos, informações genotípicas são usadas visando às inferências sobre os valores fenotípicos futuros (ou valores genéticos genômicos preditos) dos indivíduos<sup>24</sup>.

## **2.5. Importância da interação genótipo x ambiente nas estimativas de valores genéticos genômicos**

O fenótipo de determinada característica é expresso através da soma dos efeitos genéticos com os efeitos ambientais. Entretanto, pode haver outro fator a contribuir para a sua expressão, denominado de interação genótipo x ambiente (IGA). Este efeito é devido à alteração da expressão do genótipo, quando o animal é disposto em condições ambientais distintas. Desta forma, o valor fenotípico do animal pode sofrer alterações quando o mesmo é alocado em diferentes situações de temperatura, umidade relativa do ar, nutrição, sistema de produção e

manejo<sup>25-29</sup>. A seleção para características de baixa herdabilidade, como as reprodutivas, está sujeita a um efeito preponderante do ambiente na sua expressão fenotípica e merece atenção especial quando o ambiente de seleção do animal é diferente do de produção, como acontece atualmente nos rebanhos Holandeses no Brasil.

Adicionalmente, é importante ressaltar que os efeitos dos marcadores estimados na SG não serão necessariamente os mesmos em ambientes, sendo específicos na seleção para cada população de melhoramento e em um determinado ambiente. Modelos de estimação, incluindo a interação genótipos x ambientes, podem e devem também ser usados, visando verificar a possibilidade de se obter estimativas válidas para um conjunto de ambientes<sup>24</sup>.

De modo geral, nos sistemas de produção de leite nacionais, que utilizam animais taurinos, a maioria dos produtores trabalha com material genético vindo dos Estados Unidos, Canadá e Europa, tendo como base as provas realizadas nesses países, portanto, em condições de clima temperado. Sendo assim, o efeito da interação genótipo ambiente deve ser considerado e avaliado pelos programas de melhoramento para que sejam evitadas possíveis interações negativas com consequências graves para nosso rebanho no médio e longo prazo.

Neste sentido, é importante a avaliação do efeito da seleção de touros baseada em DPR, na fertilidade dos rebanhos nacionais, cancelando o caminho e direção a serem utilizadas no melhoramento genético das raças taurinas no Brasil.

### 3. REFERÊNCIAS

1. Norman HD, Wright JR, Hubbard SM, Miller RH, Hutchison JL. Reproductive status of Holstein and Jersey cows in the United States. *J Dairy Sci.* 2009 Jul;92(7):3517-28. doi: 10.3168/jds.2008-1768.
2. García-Ruiz A, Cole JB, VanRaden PM, Wiggans GR, Ruiz-López FJ, Van Tassell CP. Changes in genetic selection differentials and generation intervals in US Holstein dairy cattle as a result of genomic selection. *PNAS.* 2016 Jul;113(28):E3995-E4004. <https://doi.org/10.1073/pnas.1519061113>.
3. Bascom SS, Young AJ. A summary of the reasons why farmers cull cows. *J. Dairy Sci.* 1998 Aug;81(8):2299–305. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75810-2](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75810-2).
4. Liang D. Estimating the economic losses from diseases and extended days open with a farm-level stochastic model. [Tese]. Lexington: University of Kentucky; Animal and Food Sciences, 2013.
5. De Vries A. Economic value of pregnancy in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 2006;89(10):3876–85. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72430-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72430-4).
6. VanRaden PM. Longevity and fertility trait definitions compared in theory and simulation. *Interbull Bull.* 2003;30:43–6.
7. VanRaden PM, Cole JB. Net merit as a measure of lifetime profit: 2014 revision. *AIP Res Rep NM\$5.* 2014;10-14. Accessed Feb. 5, 2016. <http://aipl.arsusda.gov/reference/nmcalc-2014.htm>.
8. Harris BL, Johnson DL, Spelman RJ. Genomic selection in New Zealand and the implications for national genetic evaluation. Identification, Breeding, Production, Health and Recording of Farm Animals Proceedings of the 36th ICAR Biennial Session; 2008; Niagara Falls, USA. Niagara Falls, NY; 2009. 16-20.
9. Calus MPL, Meuwissen THE, de Roos APW, Veerkamp RF. Accuracy of genomic selection using different methods to define haplotypes. *Genetics.* 2008 Jan;178(1):553–61.
10. Rodriguez Martinez H, Hultgren J, Båge R, Bergqvist AS, Svensson C, Bergsten C et al. Reproductive Performance in High-producing Dairy Cows: Can We Sustain it Under Current Practice? *IVIS Rev Vet Med.* 2008. R0108(R01):1-23. International Veterinary Information Service, Ithaca NY, USA. 2009.
11. Butler WR. Energy balance relationships with follicular development, q ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livest Prod Sci.* October 2003; 83(2-3):211-8.
12. VanRaden PM, Sanders AH, Tooker ME, Miller RH, Norman HD, Kuhn MT, et al. Development of a national genetic evaluation for cow fertility. *J Dairy Sci.* 2004 Jul;87(7):2285-92.
13. CDCB-USA. Trend in Daughter Preg Rate for Holstein or Red & White. Council on Dairy Cattle Production. Council on Dairy Cattle Production. 2016.

14. VanRaden PM, Sanders AH, Tooker ME, Miller RH, Norman HD. Daughter pregnancy rate evaluation of cow fertility. Animal Improvement Programs Laboratory Research Reports, ARS-USDA, Beltsville, MD 2002. Acesso em 10 de Agosto de 2019: [http://aipl.arsusda.gov/reference/fertility/DPR\\_rpt.htm](http://aipl.arsusda.gov/reference/fertility/DPR_rpt.htm).
15. VanRaden P, Null D, Hutchison J, Bickhart D, Schroeder S. Jersey haplotype 2 (JH2). Changes to evaluation system (August 2014). Council on Dairy Cattle Breeding, 2014.
16. CDCB USA. Description of the Genetic Evaluation Systems. 2014. Extracted December 18 of 2016. [https://www.cdc.us/reference/Form\\_GE\\_FFertility\\_1412.pdf](https://www.cdc.us/reference/Form_GE_FFertility_1412.pdf)
17. Weigel KA, Mikshowsky AA, Cabrera VE. Effective use of genomics in sire selection and replacement heifer management. Western Dairy management Conference; 2015; Reno, Nevada, USA. Proceedings of the Western Dairy management Conference (Reno); 2015.1-14.
18. Hutchison JL, VanRaden PM, Null DJ, Cole JB, Bickhart DM. Genomic evaluation of age at first calving. *J Dairy Sci.* 2017 Aug;100(8):6853-61. doi: 10.3168/jds.2016-12060. Epub 2017 Jun 16.
19. Parker Gaddis KL, Null DJ, Cole JB. Explorations in genome-wide association studies and network analyses with dairy cattle fertility traits. *J Dairy Sci.* 2016 Aug; 99(8):6420-35. doi: 10.3168/jds.2015-10444. Epub 2016 May 18.
20. Bastida Corcuera FD, Butler JE, Yahiro S, Corbeil LB. Differential complement activation by bovine IgG2 allotypes. *Vet Immunol Immunopathol.* 1999 Oct 18;71(2):115-23.
21. Di Croce F. Genomic information to improve Fertility in dairy cattle. *Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos*; 2017; Uberlândia, MG, Brasil. Internet. 2017. Disponível em: <<http://www.conapecjr.com.br/>> Acesso em 10/10/2019.
22. Wiggans GR, VanRaden PM, Cooper TA. Technical note: Adjustment of all cow evaluations for yield traits to be comparable with bull evaluations. *J. Dairy Sci.* 2012;95(6):3444-7.
23. VanRaden PM. Efficient methods to compute genomic predictions. *J. Dairy Sci.* 2008 Nov;91(11):4414-23.
24. Resende MDV, Lopes PS, Silva RL, Pires IE. Seleção genômica ampla (GWS) e maximização da eficiência do melhoramento genético. *Pesq Florestal Bras, Colombo.* 2008;56:63-77. [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/44392/1/6\\_Deon.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/44392/1/6_Deon.pdf)
25. Zwald NR, Weigel KA, Fikse WF, Rekaya R. Identification of factors that cause genotype by environment interaction between herds of holstein cattle in seventeen countries. *J Dairy Sci.* 2003 Mar;86(3):1009-18.
26. Kearney JF, Schutz MM, Boettcher PJ. Genotype x environment interaction for grazing vs. confinement. II. Health and reproduction traits. *J Dairy Sci.* 2004 Feb;87(2):510-6.

27. Fulkerson WJ, Davison TM, Garcia SC, Hough G, Goddard ME, Dobos R, Blockey M. Holstein-Friesian dairy cows under a predominantly grazing system: interaction between genotype and environment. *J Dairy Sci.* 2008 Feb;91(2):826-39. doi: 10.3168/jds.2007-0147.
28. Bohlouli M, Shodja J, Alijani S, Pirany N. Interaction between genotype and geographical region for milk production traits of Iranian Holstein dairy cattle. *Livest Sci.* 2014;169:1-9.
29. van der Laak M, van Pelt ML, de Jong G, Mulder HA. Genotype by environment interaction for production, somatic cell score, workability and conformation traits in Dutch Holstein-Friesian cows between farms with or without grazing. *J Dairy Sci.* 2016 Jun;99(6):4496-503. doi: 10.3168/jds.2015-10555. Epub 2016 Mar 31.

## **CAPÍTULO 2 – IMPACTO DA SELEÇÃO DE TOUROS PELO MÉRITO GENÉTICO PARA FERTILIDADE NA EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DE REBANHOS LEITEIROS**

### **1. INTRODUÇÃO**

#### **1.1 OBJETIVOS**

Avaliar o impacto do uso de touros de diferentes méritos genéticos para taxa de prenhez das filhas e taxa de concepção de vacas no desempenho reprodutivo de vacas da raça Holandesa criadas em sistemas confinados no Brasil

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletadas informações de desempenho reprodutivo em seis rebanhos (R1 a R6) de vacas Holandesas, localizadas nas regiões Cristalina e Luziânia-GO, Castro e Carambeí-PR, Passos e São João Batista do Gloria -MG. As propriedades foram selecionadas com base nos seguintes critérios:

- a) produção de leite em sistemas confinamento,
- b) pelo menos 300 vacas em lactação,
- c) utilização de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) no manejo reprodutivo das fêmeas e,
- d) participação no programa de melhoramento genético da raça Holandesa. Adicionalmente, o manejo reprodutivo das fazendas deveria incluir avaliação do escore das vacas previamente à realização de IATF, sendo inseminadas apenas vacas que apresentaram escore mínimo de 2,75.

Foram incluídas no trabalho as informações de 41 touros da raça Holandesa com pelo menos cinco filhas nos rebanhos avaliados. As informações coletadas dos touros foram:

- a) número de registro,
- b) DPR, CCR e HCR correspondente a última atualização da avaliação genética realizada nos Estados Unidos, neste caso Abril de 2018.
- c) tipo de sêmen utilizado na IATF (convencional),
- d) acurácia de avaliação genética e,
- e) informações fenotípicas coletadas na safra 2017/2018.

Os pais das filhas avaliadas (os touros) são de origem americana, todos provados com confiança de 90% na prova de produção pertencentes a diversas empresas de inseminação.

Em relação às vacas, filhas dos touros selecionados, foram coletadas informações como:

- a) número de identificação,
- b) data de nascimento,
- c) data do último parto,
- d) intervalo entre parto e a primeira IA subsequente,
- e) número de partos,
- f) número de IA desde o último parto até a concepção, e
- g) *status* reprodutivo (vazia, inseminada ou gestante).

Para o cálculo do número de dias em aberto foi considerada a diferença entre o número de dias entre o último parto e a data da IA que resultou em prenhez. A taxa de prenhez fenotípica do touro ( $DPR_F$ ) foi calculado utilizando a média de dias em aberto das filhas do touro ( $DA_F$ ), pela fórmula  $(21/DA_F-60+11)$ . A taxa de concepção foi calculada utilizando o número de animais prenhez/número de IA realizada em um período de tempo.

Não apresentamos nossos dados no formato de quartis visto a quantidade de observações que ficamos após a retirada dos outliers não seria suficiente.

## 2.1. Análise estatística

Antes da realização das análises estatísticas foram removidos animais que considerados *outliers* na característica dias em aberto. Como *outliers* foram considerados os animais que apresentaram dias em aberto fora dos limites  $Q1 - 1,5 * FIQ$  (faixa interquartil) e  $Q3 + 1,5 * FIQ$ .

Para a análise de variância da característica dias em aberto, as informações foram agrupadas por DPR e CCR, sendo formados quatro grupos:

- a)  $DPR/CCR < -2$ ,
- b)  $DPR/CCR > -2$  e  $< 0$ ,
- c)  $DPR/CCR > 0$  e  $< 2$ , e,
- d)  $DPR/CCR > 2$ .

Foram comparadas as médias dos dias em aberto das diferentes categorias de DPR, CCR e fazenda pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Foi utilizada a correlação de Pearson e regressão linear entre as PTAG de DPR, CCR e HCR estimadas nas provas americanas e as características dias em aberto e número de inseminações por concepção de vacas respectivamente, para verificar a relação entre essas características. O modelo de regressão utilizado foi  $y = a + bx$ , onde  $y$  = dias em aberto,  $a$  é o coeficiente linear da reta,  $b$  é o coeficiente angular da reta e  $x$  é a DPR dos touros.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando pacotes e *scripts* customizados do programa R.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Análise descritiva dos resultados por fazenda e por DPR

Iniciamos o trabalho com um banco de dados com um número de 4500 informações reprodutivos, mas após a exclusão e limpeza dos dados (outliers) ficamos com um número reduzido informações. A análise de variância realizada para avaliar as médias dos dias em aberto em cada uma das fazendas demonstrou não haver diferença entre elas ( $P > 0,05$ ). Entretanto, os resultados apresentados na Tabela 2 demonstram que a R5, que utiliza touros com PTA para DPR de médias maiores que as demais fazendas, apresentam menores dias em aberto. Apesar dos resultados não apresentarem significância estatística ( $P > 0,05$ ), os mesmos representam uma redução de 36 dias na média dos dias em aberto, o que significa que em média as vacas dessa fazenda emprenham 1,71 ciclos estrais mais cedo do que as da R1, fazenda que utiliza touros com as DPR médias mais baixas.

TABELA 2- Análise descritiva do número de touros, número de IA por concepção, dias em aberto e  $DPR_F$  das vacas e o DPR e o CCR dos touros em cada uma das fazendas avaliadas.

Fazendas	Nº de vacas	Nº IA/concepção	Dias em aberto	$DPR_F$	DPR	CCR
R1	66	2,9±2,1	143,8±87,7	0,6±0,3	0,4±2,0	0,4±2,9
R2	69	2,4±1,9	137,5±88,0	0,6±0,2	0,0±1,6	-0,3±1,7
R3	64	2,8±1,9	153,3±81,2	0,5±0,2	-1,1±2,4	-1,0±2,9
R4	52	2,5±1,8	139,4±83,2	0,6±0,3	1,2±2,5	1,8±3,3
R5	8	2,1±1,7	107,3±67,88	0,5±0,3	2,2±0,8	2,3±1,0
R6	43	2,1±1,1	127,7±71,2	0,7±0,1	2,0±1,7	2,5±1,5

Após estratificar os resultados pelo DPR e CCR em quatro categorias (Tabela 3 e 4), foi possível perceber que o uso de touros com DPR e CCR mais altas aumenta a taxa de concepção do rebanho, além de reduzir os dias em aberto. Apesar dos resultados não apresentarem significância estatística ( $P > 0,05$ ), a diminuição dos dias em aberto e o aumento das taxas de concepção tem impacto favorável na lucratividade dos sistemas de produção.

A correlação de Pearson entre os grupos de DPR e CCR é de 88% o que demonstra que touros com DPR alta em sua maioria apresentam CCR de mesma magnitude.

TABELA 3- Impacto do uso de touros de diferentes DPR na taxa de concepção e nos dias em aberto.

Grupo DPR <sup>1</sup>	Nº de vacas avaliadas	Nºde touros avaliados	Taxa de Concepção%	DA <sup>2</sup>
DPR < -2	74	12	35	149,9±83,
DPR > -2 e < 0	37	5	40	144,9±87,85
DPR > 0 e < 2	119	19	43	131,6±79,7
DPR > 2	72	5	45	117,72±71,5

<sup>1</sup>DPR – Taxa de prenhez das filhas; <sup>2</sup>média dos dias em aberto ± desvio padrão

<sup>2</sup>DA – dias em aberto

TABELA 4- Impacto do uso de touros de diferentes CCR na taxa de concepção e nos dias em aberto.

Grupo CCR <sup>1</sup>	Nº de vacas avaliadas	Nºde touros avaliados	Taxa de Concepção%	DA
CCR < -2	77	12	35	185,38±132,7
CCR > -2 e < 0	56	7	38	171,66 ±166,3
CCR > 0 e < 2	67	14	42	162,37±155,2
CCR > 2	102	8	43	155,40±110,6

### 3.2. Correlação de Pearson entre as DPR e as demais características

Após calcular as correlações de Pearson entre os fenótipos e nº IA por concepção, dias em aberto, DPR, CCR e HCR (Tabela 5) de todas as fazendas conjuntamente, foi possível observar correlação positiva e de alta magnitude entre as características dias em aberto e nº Inseminações/concepção; HCR e DPR; e CCR e DPR. Como esperado as correlações entre DPR e HCR com a característica dias em aberto são moderadas e negativas, o que reitera os resultados apresentados nas tabelas anteriores, nos quais o uso de touros com DPR e CCR maiores diminuem os dias em aberto e o número de IA por concepção.

TABELA 5- Matriz de correlação fenotípica e seus valores de significância entre as variáveis Nº IA por concepção, dias em aberto, DPR e taxa de prenhez. Valores acima da diagonal representam os valores de correlação de Pearson e valores abaixo da diagonal representam valores de significância estatística.

	IAs/concepção	DA	DPR	HCR	CCR
IAs/concepção	<b>1,00</b>	0,84	-0,62	-0,34	-0,32
DA	0,00	<b>1,00</b>	-0,64	-0,52	0,31
DPR	0,33	0,28	<b>1,00</b>	0,68	0,95
HCR	0,53	0,93	0,00	<b>1,00</b>	0,15
CCR	0,52	0,51	0,00	0,00	<b>1,00</b>

### 3.3. Relação entre DPR e dias em aberto em vacas e novilhas

A relação entre a DPR e os dias em aberto não é linear ( $r^2=0,26$ ), como demonstrada na Figura 3. A análise dos dados demonstrou que pelo modelo linear, a cada acréscimo de 1 ponto no valor da DPR do touro, significa uma diminuição média de 1,6 dias em aberto.

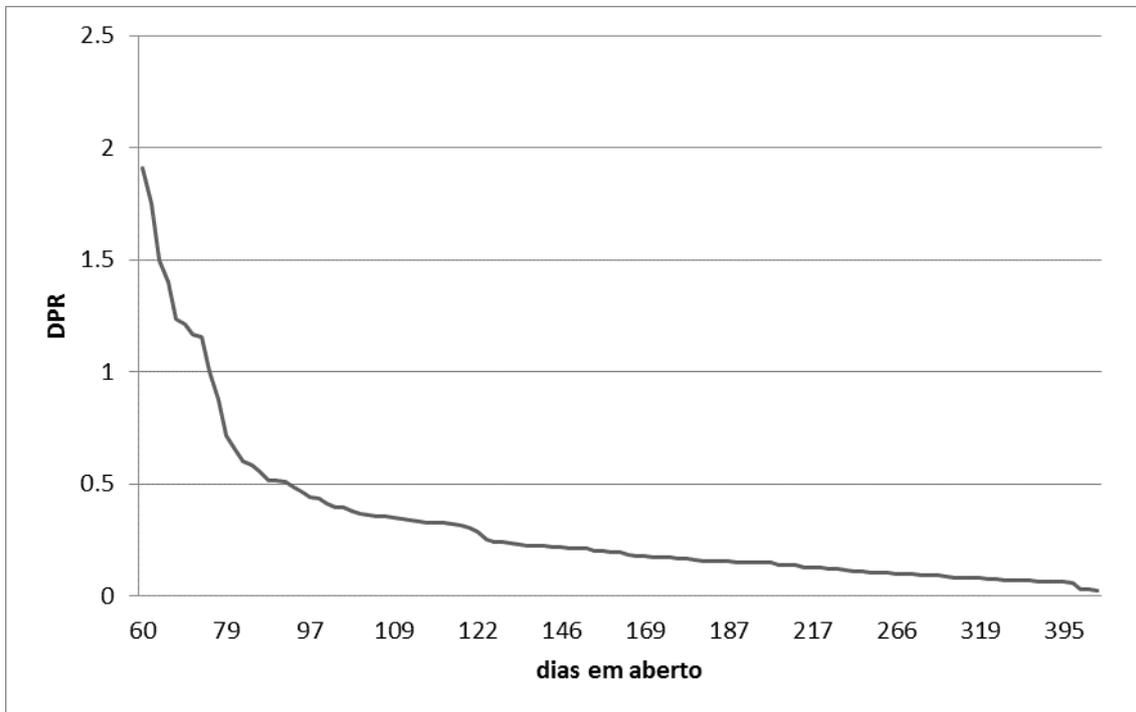


FIGURA 3- Relação entre DPR e dias em aberto e taxa de prenhez nas fazendas analisadas.

#### 4. DISCUSSÃO

O número de dias em aberto é um dos principais índices reprodutivos que devem ser avaliados no sistema de produção, pois refletem a capacidade da vaca de conceber e manter a prenhez e o intervalo entre os serviços para vacas vazias. Existem vários eventos reprodutivos que contribuem para os dias abertos de uma vaca e a não prenhez da vaca em 21 dias pode indicar problemas reprodutivos no rebanho.

Como os dias em aberto podem ser influenciados por práticas ineficientes de manejo, a utilização dessa característica como parâmetro de mensuração do impacto do uso da DPR como critério de seleção deve ser cuidadosa. Nesse sentido, o presente trabalho utilizou apenas dados coletadas em fazendas de alto nível tecnológico e que utilizam manejos reprodutivos semelhantes, levando em consideração o escore corporal das vacas antes da IA e a eliminação da necessidade de detecção de cio para que os dias em aberto reflita primordialmente a biologia do animal. De modo geral, os resultados encontrados, apesar de não significativos do ponto de vista estatístico, representam impactos positivos no sistema de produção.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2, as fazendas que utilizaram touros com PTA superiores para DPR, apresentaram menos dias em aberto. Ao comparar a R3 (DPR média de -1,1) com a R5 (DPR média de 2,2), esse efeito benéfico fica evidente, já que a R5 apresenta 36 dias a menos em aberto do que a R3, o que representa 1,7 ciclos estrais.

Esse resultado está em consonância com os demais encontrados no presente estudo. Ao comparar touros de diferentes categorias de DPR e CCR (Tabelas 2, 3, 4 e 5) foi possível verificar que a seleção genética baseada nesses critérios também impacta positivamente os dias em aberto, o número de IA por concepção e a taxa de concepção do rebanho. Os resultados estão de acordo com diversos estudos que objetivam compreender o impacto da seleção para DPR em diferentes índices do rebanho leiteiro.

O mesmo raciocínio pode ser transferido para os rebanhos brasileiros, já que aqui no Brasil temos sêmen disponível de touros de diferentes países. Como exemplo, podemos citar a população estudada, cujo touro de maior e menor PTA para DPR apresentavam 3,6 e -6,7, respectivamente.

Como demonstrado em outros estudos<sup>1</sup>, a relação entre os valores de PTA do DPR e os dias abertos não é linear. Dentro desse intervalo, o relacionamento entre as variáveis torna-se linear e cada ponto acrescido na DPR representa uma diminuição de 1,6 dias em aberto. Os resultados apresentados divergem dos números relatados por Van Raden et al.<sup>1</sup> que estimou que

cada ponto na DPR dos touros representam uma diminuição de 4 dias em aberto de suas filhas. Essas diferenças podem ter ocorrido devido ao tamanho da população estudada, o efeito do ambiente e da interação entre o genótipo e o ambiente.

Sendo assim, é importante que o produtor compreenda que apesar da seleção pela DPR estimada em provas realizadas em outros países apresente resultados positivos nos rebanhos brasileiros, a magnitude desses impactos é menor do que o estimado nos rebanhos selecionados em países de clima temperado.

O desenvolvimento tecnológico e o comércio mundial de sêmen congelado em gado leiteiro aumentaram desde 1970, tornando mais comuns que touros selecionados em países temperados produzam filhas que sejam criadas em sistemas tropicais de produção. Concomitantemente ao desenvolvimento das biotecnologias reprodutivas aumentaram as preocupações sobre a capacidade preditiva de avaliações genéticas de touros obtidas em diferentes países<sup>2</sup>. As correlações genéticas entre países permitem uma avaliação da importância dos efeitos do IGA e ajudam a realizar programas de melhoramento mais eficientes em todo o mundo<sup>3</sup>.

Correlações genéticas entre 14 países que utilizam as avaliações genéticas internacionais das características reprodutivas de fêmeas Holandesas variaram de 0,51 a 0,96, com uma média de 0,80 para taxa de concepção em comparação com 0,60 a 0,97, com uma média de 0,84 para características do intervalo entre partos<sup>4</sup>. Valores similares para taxa de concepção foram encontrados no presente trabalho. Entretanto, estudos realizados para compreender as correlações genéticas e fenotípicas entre países de clima tropical e temperado ainda são escassos. Sendo assim, o presente estudo adiciona informações relevantes para o direcionamento da seleção de touros da raça Holandesa utilizados em sistemas confinados em clima tropical.

## 5. CONCLUSÕES

Apesar de não ter diferença estatística devido a quantidade de dados o resultado do presente estudo apresenta que a seleção genética para a característica de fertilidade DPR e CCR utilizando valores de PTA estimados em sistemas de produção de países temperados, teve impacto positivo na performance reprodutiva dos rebanhos avaliados neste trabalho, melhorando a taxa de concepção e, conseqüentemente, reduzindo o período de serviço ou dias em aberto.

**REFERÊNCIAS**

1. VanRaden PM, Sanders AH, Tooker ME, Miller RH, Norman HD, Kuhn MT, et al. Development of a national genetic evaluation for cow fertility. *J Dairy Sci.* 2004 Jul;87(7):2285-92.
2. Di Croce F. Genomic information to improve Fertility in dairy cattle. *Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos*; 2017; Uberlândia, MG, Brasil. Internet. 2017. Disponível em: <<http://www.conapej.com.br/>> Acesso em 10/10/2019.
3. Mulder HA, Veerkamp RF, Ducro BJ, van Arendonk JA, Bijma P. Optimization of dairy cattle breeding programs for different environments with genotype by environment interaction. *J Dairy Sci.* 2006 May;89(5):1740-52.
4. INTERBULL. Interbull code of practice: Traits and breeds. Accessed Aug. 9, 2013. <http://www.interbull.org/ib/cop/chap6>, 2013.