

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**TENDÊNCIAS GENÉTICAS DAS CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO,  
CONFORMAÇÃO E MANEJO DE BOVINOS GIR LEITEIRO**

Nathã Silva de Carvalho  
Zootecnista – IFFar Campus Alegrete

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de  
Mestre em Zootecnia  
Área de concentração Produção Animal

Porto Alegre, RS, Brasil  
Março 2018

## CIP - Catalogação na Publicação

Silva de Carvalho, Nathã  
Tendências genéticas das características de  
produção, conformação e manejo de bovinos Gir Leiteiro  
/ Nathã Silva de Carvalho. -- 2018.  
96 f.  
Orientador: Jaime Araújo Cobuci.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa  
de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS,  
2018.

1. progresso genético. 2. teste de progênie. 3.  
melhoramento genético. 4. Bos taurus. 5. zebu. I.  
Araújo Cobuci, Jaime, orient. II. Título.

NATHA SILVA DE CARVALHO  
ZOOTECNISTA

## DISSERTAÇÃO

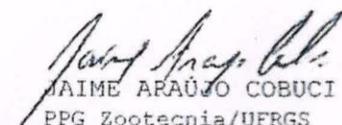
Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de

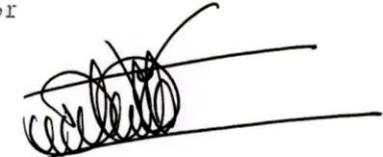
### MESTRE EM ZOOTECNIA

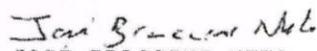
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil

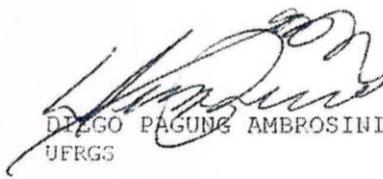
Aprovada em: 28.03.2018  
Pela Banca Examinadora

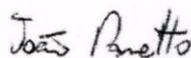
Homologado em: 09/07/2018  
Por

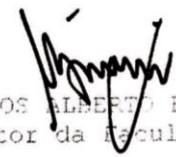
  
JAIME ARAÚJO COBUCI  
PPG Zootecnia/UFRGS  
Orientador

  
DANILO PEDRO STREIT JR.  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia

  
JOSÉ BRACCINI NETO  
PPG Zootecnia/UFRGS

  
DIEGO PAGUNG AMBROSINI  
UFRGS

  
JOÃO CLÁUDIO DO CARMO PANETTO  
EMBRAPA GADO DE LEITE

  
CARLOS ALBERTO BISCANI  
Diretor da Faculdade de Agronomia

## DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais, Silvia e Eloé, que jamais mediram esforços para estarem ao meu lado em todos os momentos da minha vida, mas principalmente nestes últimos dois anos. Dedico também à minha vózinha amada, Quintina (*in memoriam*), que nos deixou logo após o início desta trajetória.

## AGRADECIMENTOS

Agradecer primeiramente a Deus por todas as bênçãos a mim concedidas, pela vitória de chegar até a elaboração desta dissertação, é sem dúvida, a melhor forma de iniciarmos estes agradecimentos.

Aos meus pais, Silvia e Eloé, não existem palavras o suficiente para descrever o quanto foram incansáveis em todo este processo. Deus lhes proporcionou saúde e força para que pudessem me transmitir toda a estrutura e segurança possível nesta empreitada, mesmo nos momentos mais frágeis, vocês sempre estiveram comigo. Saibam que minha gratidão e meu amor por vocês são imensuráveis.

Aos irmãos de coração que esta vida me permitiu escolher: Emmanuel, Jerusa e Izadora. Vocês foram parte da sustentação que tive para persistir neste caminho e por isso, ocupam um espaço especial em meu coração. Jamais esquecerei todo o apoio e carinho a mim concedidos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, através de seu corpo docente, pela oportunidade e pelos importantes momentos de aprendizado acadêmico e pessoal.

Ao Prof. Dr. Jaime Cobuci, por toda a enorme paciência, compreensão, atenção e comprometimento. Serás sempre lembrado pelos votos de confiança, acessibilidade e amizade. MUITÍSSIMO OBRIGADO PROFESSOR!

Agradeço também à Embrapa Gado de Leite e o pesquisador Dr. João Cláudio Panetto, pela disponibilidade dos dados e por toda atenção e presteza.

A cada um dos meus colegas integrantes do grupo MegaGen, que me auxiliaram de alguma forma em vários sentidos nestes dois anos. Um agradecimento muitíssimo especial à colega Darlene, que desde o princípio demonstrou-se solícita, prestando seu auxílio e atenção em todas as ocasiões que precisei de seu apoio e suporte. Saiba que lhe desejo todo o sucesso do mundo, acompanhado de muita saúde e realização pessoal em tua vida.

Por fim, mas não menos importante, meu agradecimento a toda a minha família (em especial Tia Nílvia, Débora, Tia Marlei, Izabela, Márcio, Marcelo e Tio Magrão) e meus amigos, que me acompanham desde sempre, pelo apoio e força em todos os momentos. Agradecimento especial aos familiares e amigos que auxiliaram no meu estabelecimento em Porto Alegre.

Este foi, sem dúvidas, o maior desafio em minha vida. Foram muitos momentos de dificuldade, insegurança, de angústia, nervosismo. Também houveram momentos alegres, de aprendizado e crescimento pessoal, além da conquista de novos amigos. Cada um de vocês aqui referenciados, foram fundamentais para que eu erguesse a cabeça e seguisse em busca do meu sonho: Obter a titulação de Mestre em Zootecnia.

Minha gratidão é eterna. Muito Obrigado!

## TENDÊNCIAS GENÉTICAS DAS CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO, CONFORMAÇÃO E MANEJO DE BOVINOS GIR LEITEIRO<sup>1</sup>

Autor: Nathã Silva de Carvalho

Orientador: Prof. Dr. Jaime Araújo Cobuci

### RESUMO

Em diferentes programas de melhoramento genético, o acompanhamento do progresso genético é essencial para possibilitar ajustes necessários à sua utilização. No Brasil, além de ser considerada uma das raças mais utilizadas para a produção de fêmeas mestiças leiteiras, a raça Gir Leiteiro lidera a lista das raças exportadoras de sêmen. Por conta disso, este estudo objetivou estimar os parâmetros e as tendências genéticas para vinte características de produção, conformação e manejo de animais puros da raça, integrantes do Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro, além das tendências fenotípicas e das tendências genéticas para quatro trajetórias de seleção para produção de leite e de gordura. A metodologia utilizada foi a da Máxima Verossimilhança Restrita em um modelo animal. As tendências genéticas para todas as características foram obtidas via regressão linear das médias dos valores genéticos em função do ano de nascimento dos animais, que em geral, variou de 1935 a 2013. As herdabilidades foram de 0,23 (leite), 0,10 (gordura) e variaram de 0,01 a 0,53 para as características lineares de conformação e manejo. Para produção de leite em 305 dias, houve favorável progresso genético ao longo do tempo, para fêmeas mensuradas (14,04 kg/ano), fêmeas (8,27 kg/ano) e machos (6,12 kg/ano), quanto para as quatro trajetórias de seleção (pais de touros, pais de vacas, mães de touros e mães de vacas). As tendências genéticas para produção de gordura em 305 dias, embora positivas, foram de baixa magnitude. As mudanças genéticas nas características lineares foram em geral, variáveis e inexpressivas, sugerindo que a seleção no Gir Leiteiro tenha sido direcionada essencialmente para maior produção de leite. A provável maior adesão pelos criadores ao uso de reprodutores comprovadamente geneticamente superiores e as melhorias ambientais (nutrição e manejo), possibilitaram incrementos fenotípicos nas produções de leite (55,38 kg/ano) e de gordura (0,91 kg/ano) em bovinos puros da raça Gir Leiteiro no Brasil.

Palavras-chave: *Bos taurus*, melhoramento genético, progresso genético, teste de progênie, zebu.

---

<sup>1</sup> Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (96p.) Março, 2018.

## **GENETIC TRENDS OF PRODUCTION, CONFORMATION AND MANAGEMENT CHARACTERISTICS OF BOVINE DAIRY GIR<sup>2</sup>**

Author: Nathã Silva de Carvalho

Advisor: Prof. Dr. Jaime Araújo Cobuci

### **ABSTRACT**

In different breeding programs for genetic improvement, the monitoring of genetic progress is essential to allow for the necessary adjustments to its use. In Brazil, besides being considered one of the most used breeds for the production of crossbred dairy females, the Dairy Gir breed leads the list of semen export breeds. The objective of this study was to estimate parameters and genetic trends for nineteen traits of production, conformation and management of purebred animals of the National Breeding Program for Dairy Gir, in addition to the phenotypic trends and genetic trends for four selection trajectories for the milk yield and fat yield productions. The methodology used was that of Restricted Maximum Likelihood in an animal model. The genetic trends for all traits were obtained through linear regression of the means of genetic values according to the year of birth of the animals, which generally varied from 1935 to 2013. The heritabilities were 0.23 (milk), 0.10 (fat) and ranged from 0.01 to 0.53 for the linear conformation and management traits. The milk yield in 305 days presented favorable genetic progression over time for both mensured females (14.04 kg/year), females (8.27 kg/year) and males (6.12 kg/year), and for the four selection trajectories. The genetic trends for fat yield production in 305 days, although positive, were of low magnitude. The genetic changes in the linear characteristics were in general, variable and inexpressive, suggesting that the selection in Dairy Gir has been directed essentially to a greater milk yield. The probable higher adhesion by breeders to the use of genetically superior breeding herds and environmental improvements (nutrition and management), allowed for phenotypic increases in the milk yield (55.38 kg/year) and fat yield (0.91 kg/year) in the Dairy Gir cattle in Brazil.

Keywords: Animal breeding, bos taurus, genetic progress, progeny test, zebu.

---

<sup>2</sup> Master of Science dissertation in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (96p.) March, 2018.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>14</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>17</b>
2.1 O ZEBU.....	17
2.2 O ZEBU NO BRASIL.....	18
2.3 A RAÇA GIR .....	18
2.4 O GIR LEITEIRO.....	19
2.5 PROGRAMA NACIONAL DE MELHORAMENTO DO GIR LEITEIRO .....	20
2.6 CARACTERÍSTICAS LINEARES AVALIADAS NO PNMGL .....	21
<b>2.6.1 Sistema linear de avaliação do Gir Leiteiro .....</b>	<b>22</b>
<b>2.6.3 Perímetro torácico .....</b>	<b>22</b>
<b>2.6.4 Comprimento do corpo.....</b>	<b>22</b>
<b>2.6.5 Comprimento da garupa.....</b>	<b>23</b>
<b>2.6.6 Largura entre os ísquios .....</b>	<b>23</b>
<b>2.6.7 Largura entre os ílios.....</b>	<b>23</b>
<b>2.6.8 Ângulo de garupa.....</b>	<b>24</b>
<b>2.6.9 Ângulo de cascos .....</b>	<b>24</b>
<b>2.6.10 Posição de pernas – Vista lateral .....</b>	<b>24</b>
<b>2.6.11 Posição de pernas – Vista por trás.....</b>	<b>25</b>
<b>2.6.12 Ligamento de úbere anterior.....</b>	<b>25</b>
<b>2.6.13 Largura de úbere posterior .....</b>	<b>25</b>
<b>2.6.14 Profundidade de úbere .....</b>	<b>26</b>
<b>2.6.15 Comprimento dos tetos .....</b>	<b>26</b>
<b>2.6.16 Diâmetro dos tetos.....</b>	<b>27</b>
<b>2.6.17 Facilidade de ordenha .....</b>	<b>27</b>
<b>2.6.18 Temperamento .....</b>	<b>27</b>
<b>2.6.19 Comprimento do umbigo.....</b>	<b>27</b>
2.7 HERDABILIDADES.....	28
2.8 TENDÊNCIAS GENÉTICAS .....	29
<b>3 HIPÓTESES.....</b>	<b>34</b>
<b>4 OBJETIVOS.....</b>	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>36</b>
<b>TENDÊNCIAS GENÉTICAS PARA AS CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO, CONFORMAÇÃO E MANEJO DE BOVINOS GIR LEITEIRO .....</b>	<b>37</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>38</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>41</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>46</b>
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>70</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>71</b>
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>75</b>
<b>5 CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>76</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>77</b>
<b>7 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>79</b>
<b>APÊNDICE A – TABELA DE ESTRUTURAÇÃO DO BANCO DE DADOS ...</b>	<b>86</b>
<b>APÊNDICE B - FIGURAS DE TENDÊNCIAS GENÉTICAS PARA AS CARACTERÍSTICAS LINEARES DE CONFORMAÇÃO E MANEJO .....</b>	<b>87</b>

**9 VITA..... 96**

## RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros genéticos da população pura do PNMGL avaliada no presente estudo. ....	47
Tabela 2 - Médias fenotípicas, desvios padrões e medidas ideais das características avaliadas. ....	53
Tabela 3 - Coeficientes de regressão da população pura do PNMGL avaliada no presente estudo. ....	56
Tabela 4 - Coeficientes de regressão por trajetória de seleção. ....	64

## RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1 - Posição para tomada da altura da garupa. ....	22
Figura 2 - Posição para tomada do perímetro torácico. ....	22
Figura 3 - Posição para tomada do comprimento do corpo. ....	23
Figura 4 - Posição para tomada do comprimento da garupa. ....	23
Figura 5 - Posição para tomada da largura entre ísquios. ....	23
Figura 6 - Posição para tomada da largura entre ílios. ....	24
Figura 7 - Posição para tomada do ângulo da garupa. ....	24
Figura 8 - Posição para tomada do ângulo dos cascos. ....	24
Figura 9 - Posição para tomada da posição de pernas - vista lateral.....	25
Figura 10 - Posição para tomada da posição de pernas - vista por trás. ....	25
Figura 11 - Posição para tomada da posição do ligamento de púbere anterior. .....	25
Figura 12 - Posição para tomada da largura do úbere posterior. ....	26
Figura 13 - Posição para tomada da profundidade de úbere. ....	26
Figura 14 - Posição para tomada do comprimento dos tetos. ....	27
Figura 15 - Posição para tomada do diâmetro dos tetos.....	27
Figura 16 - Posição para tomada do comprimento do umbigo.....	28
Figura 17 (01 do cap.II) - Tendências genéticas e fenotípicas para produção de leite em 305 dias (PL305) e Produção de gordura em 305 dias (PG305). A: Tendências genéticas para PL305 para fêmeas e machos; B: Tendências genéticas para PG305 para fêmeas e machos; C: Tendências genéticas para PL305 e PG305 para fêmeas mensuradas; D: Tendências fenotípicas para PL305 e PG305.....	55
Figura 18 (02 do cap.II) - Tendências genéticas das quatro trajetórias de seleção para produção de leite em 305 dias (PL305) e produção de gordura em 305 dias (PG305). A: PL305 para pais de touros; B: PL305 para pais de vacas; C: PL305 para mães de touros; D: PL305 para mães de vacas; E: PG305 para pais de touros; F: PG305 para pais de vacas; G: PG305 para mães de touros; H: PG305 para mães de vacas. ....	65
Figura 19 - Tendências genéticas para a característica de altura da garupa...	87
Figura 20 - Tendências genéticas para a característica de ângulo da garupa.	87
Figura 21 - Tendências genéticas para a característica de ângulo dos cascos. .....	88
Figura 22 - Tendências genéticas para a característica de comprimento do corpo. ....	88
Figura 23 - Tendências genéticas para a característica de comprimento da garupa.....	89
Figura 24 - Tendências genéticas para a característica de comprimento do umbigo. ....	89
Figura 25 - Tendências genéticas para a característica de comprimento dos tetos. ....	90
Figura 26 - Tendências genéticas para a característica de diâmetro dos tetos. .....	90
Figura 27 - Tendências genéticas para a característica de largura de úbere posterior. ....	91
Figura 28 - Tendências genéticas para a característica de largura entre ílios.	91

Figura 29 - Tendências genéticas para a característica de largura entre ísquios. .....	92
Figura 30 - Tendências genéticas para a característica de ligamento de úbere anterior. .....	92
Figura 31 - Tendências genéticas para a característica de perímetro torácico.	93
Figura 32 - Tendências genéticas para a característica de posição de pernas vistas lateralmente. ....	93
Figura 33 - Tendências genéticas para a característica de posição de pernas vistas por trás. .....	94
Figura 34 - Tendências genéticas para a característica de profundidade de úbere. .....	94
Figura 35 - Tendências genéticas para a característica de temperamento.....	95

## RELAÇÃO DE ABREVIATURAS

ABCGIL - Associação Brasileira dos Criadores de Gir Leiteiro  
ASBIA – Associação Brasileira de Inseminação Artificial  
DB – Dams of bulls (Mães de touros)  
DC – Dams of cows (Mães de vacas)  
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Kg – Quilogramas  
Kg/ano – Quilogramas por ano  
MOET – Núcleo de Múltipla Ovulação e Transferência de Embriões  
PG305 – Produção de gordura em 305 dias  
PL305 – Produção de leite em 305 dias  
PNMGL – Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro  
PNMGUL – Programa Nacional de Melhoramento do Guzerá Para Leite  
REML – Máxima Verossimilhança Restrita (Restricted Maximum Likelihood)  
SB – Sires of bulls (Pais de touros)  
SC – Sires of cows (Pais de vacas)

## **CAPÍTULO I**

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil configura-se como referência mundial em material genético da raça Gir para a produção de leite, exportando sêmen, embriões e animais para diversos países. Para Santos (2013) o Gir é a raça brasileira de grande utilidade para exportação. Dados de 2016 da Associação Brasileira de Inseminação Artificial (ASBIA) apontam que o Gir Leiteiro lidera a lista das raças exportadoras de sêmen, composta tanto por raças bovinas selecionadas para leite, quanto por raças selecionadas para a produção de carne. Só no ano de 2016, as comercializações de sêmen de reprodutores Gir Leiteiro para outros países chegaram ao expressivo número de 90.141 doses, representando 55,7% do volume total de doses exportadas entre as raças leiteiras.

Considerando o período de 2012 a 2016, foram vendidas 346.037 doses de Gir Leiteiro para vários países como Argentina, Bolívia, Canadá, Colômbia, Costa Rica, Emirados Árabes, Equador, Panamá, Angola e Índia, representando 58,2% das doses de raças leiteiras comercializadas no período. Esta marca contribui para uma mudança na condição do Brasil de país importador para também, país produtor e exportador de material genético para o mundo.

A produção leiteira em áreas tropicais e subtropicais necessita de opções que permitam uma exploração mais eficiente em suas realidades econômicas e ambientais (Ledic; Tetzner, 2008). Esta constatação fundamenta o crescente interesse por distintos países pela genética produzida no Brasil.

No mercado interno, o Gir Leiteiro também se consolidou na venda de sêmen nos últimos anos. Considerando o período 2012-2016, a raça comercializou em média 481.762 doses por ano, alcançando o pico de 684.124 doses em 2013, conforme a ASBIA. Esta expressiva comercialização está alicerçada na significativa demanda pelo Gir Leiteiro, considerado uma das raças mais utilizadas para a produção de fêmeas mestiças (F1) leiteiras pelos produtores brasileiros (Wenceslau et al., 2000). Corroborando, Prata et al. (2015) afirma que os bovinos mestiços (zebu x europeus) são amplamente utilizados em sistemas de produção de leite à base de pastagem no Brasil por suas habilidades de adaptação e representam cerca de 80% do leite produzido no país.

Tamanho crescimento mercadológico justifica-se pelo fato do Brasil ter conquistado notoriedade no mundo como fonte de material genético voltado à produção de leite para ambientes tropicais e subtropicais, bem como, pelo trabalho desenvolvido pelos pecuaristas brasileiros na seleção das raças zebuínas importadas da Índia. Um exemplo é o Gir leiteiro, uma subpopulação da raça Gir selecionada especificamente para a produção de leite e que está fundamentada em um programa de melhoramento genético no Brasil.

A partir de uma parceria entre a Associação Brasileira dos Criadores de Gir Leiteiro (ABCGIL) com a Embrapa Gado de Leite e atualmente com o apoio da Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ) e da Epamig, entre outras organizações, o Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro (PNMGL) atua desde 1985 através de um teste de progênie, objetivando o aprimoramento da raça para diversas características.

Em qualquer programa de melhoramento genético, o monitoramento do progresso obtido da população alvo é essencial para possibilitar ajustes necessários à sua otimização. De acordo com Canda (2014) a efetividade de um programa de seleção deve ser avaliada por meio da estimação das “tendências genéticas”. Oliveira et al. (2015) corrobora ao frisar que a estimativa de tendências genéticas, quando avaliadas periodicamente, permitem verificar a eficiência dos programas de melhoramento genético, auxiliando na reavaliação dos critérios de seleção e das metodologias empregadas, bem como nas decisões futuras e na observação dos critérios de escolha dos reprodutores por parte dos criadores.

Comumente no Brasil, em bovinos leiteiros, a produção de leite é a característica de maior valor econômico, razão pela qual comumente é a primeira a ser considerada em um programa de melhoramento (Pereira, 2012). Já as características de tipo ou conformação, de acordo com diversos autores, podem influir na produção e no manejo dos animais, por possuírem relação direta ou indireta com estes aspectos (McManus; Saueressig, 1998). Neste sentido, também é importante analisar como essas se comportam quanto ao processo de seleção.

Entre os programas de melhoramento genético de bovinos leiteiros praticados no Brasil, o Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro (PNMGL), contempla a avaliação de características produtivas em animais puros e mestiços e de características lineares de conformação e manejo em animais puros. No entanto, trabalhos científicos recentes objetivando o estudo das tendências genéticas de características produtivas, de conformação e manejo em bovinos puros da raça Gir Leiteiro, não foram encontrados na literatura consultada.

Estimativas atualizadas de parâmetros genéticos na raça Gir Leiteiro e estudos de tendências genéticas em características de conformação e manejo em raças bovinas leiteiras também são escassos na literatura, o que justifica a idealização do presente trabalho. Diante do cenário exposto e da perspectiva de expansão da genética Gir Leiteiro brasileira para o mundo, é fundamental se obter e analisar as tendências genéticas no decorrer do tempo, objetivando avaliar o progresso genético alcançado e assim, identificar quais características requer maior atenção nos próximos anos nesta população.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O melhoramento genético animal teve origem nos trabalhos iniciais de um fazendeiro inglês, Robert Bakewell (1725-1795), responsável pela formação e evolução de raças dentro das espécies bovina, ovina e equina. Seus trabalhos desencadearam a formação das sociedades de raças e a criação dos registros genealógicos. Bakewell era grande observador, pois, até então, não existiam conhecimentos acerca da herança dos animais, até ocorrer então, o vínculo com os princípios de transmissão de características estudados por Mendel (Pereira, 2012). Naquela ocasião iniciavam as primeiras práticas que levariam a uma poderosa ferramenta para o aumento da produtividade da indústria animal.

Ao longo do tempo o homem passou a exercer processos empíricos na seleção de animais conforme a utilização destes para seus fins de interesse, o que acarretou em diversas modificações fenotípicas nos bovinos. Pereira (2012) confirma essa teorização ao afirmar que a seleção para fenótipos desejáveis tem sido praticada em bovinos desde sua domesticação, ocorrida há, aproximadamente, 7.500-10.000 anos, sendo realizada até o início do século passado somente com base na avaliação visual.

Nesta seleção “empírica”, características que seriam prejudiciais a um animal selvagem passaram a ser ignoradas ou até mesmo selecionadas artificialmente pelos homens, como presença, forma e tamanho de chifres ou pelagem (Assis, 2007). Mais tarde, o reconhecimento das primeiras raças puras foi uma consequência da revolução Industrial, iniciada em meados do século XVIII. A necessidade de seleção de animais mais produtivos para atender a crescente demanda de alimento, como carne e leite e ao mesmo tempo, a redução da utilização dos bovinos para o trabalho de tração impulsionaram essa mudança (Feliuss, 1985).

### 2.1 O ZEBU

As raças “brancas” chegaram à Índia por mãos dos povos arianos. As demais raças, a exemplo do Gir, Guzerá e Sindi, provavelmente tiveram introdução muito anterior, consolidando-se como “raças indianas” em Kathiavar, no deserto de Kutch e no deserto de Sind, respectivamente (Santos, 2015). Uma das raças brancas dos arianos teria passado por 14 estágios na sua formação, dentro da Índia, até chegar à fisionomia moderna do Ongole (Nelore). Já o Gir, o Sindi e o Guzerá teriam mantido sua configuração multimilenar, sem uma nítida influência dos arianos (Santos, 2013).

A palavra “Zebu” vem de “Zri-Bhu”, a qual leva a um dos fundamentos da religiosidade hinduísta. “Zri” significa “santo” ou “sagrado”. Já “Bhu”, religiosamente significa o próprio planeta “Terra” e também “vaca”, pois a vaca é a “mãe-nutriz” dos seres humanos. Daí que “Zri-Bhu” indica o gado sagrado da Índia (Santos, 2015). Lá eles são selecionados basicamente para a produção de leite, embora também sejam usados para o trabalho.

Os zebuínos (*Bos taurus indicus*) evoluíram nos trópicos na presença de elevadas cargas de calor, de doenças tropicais, de grandes variações na disponibilidade dos nutrientes e de alto desafio de parasitas internos e externos. Por milhares de gerações, a seleção natural para

sobrevivência na presença destes estresses ambientais resultou em raças que possuem boa adaptação a altas temperaturas, radiação solar elevada e muitas doenças tropicais (Ledic; Tetzner, 2008).

A seleção natural sob circunstâncias de baixa disponibilidade nutricional e elevadas temperaturas, favoreceram os animais com uma intensidade metabólica baixa e pequena exigência nutricional para manutenção como os zebuínos (Santos, 2013).

## 2.2 O ZEBU NO BRASIL

Embora vários autores já tenham descrito que a criação e a seleção de bovinos no Brasil tenham iniciado a partir da introdução das raças européias vindas com a colonização portuguesa (Ledic; Tetzner, 2008), a participação das raças zebuínas, de origem indiana, na pecuária brasileira é expressiva, haja vista o número de rebanhos constituídos por zebuínos e seus cruzamentos explorados para carne e para leite. Em se tratando de pecuária leiteira, a raça Gir é amplamente utilizada nos cruzamentos com as raças taurinas especializadas para produção de leite no Brasil para a obtenção de mestiços (Santana Júnior et al., 2015).

Canda (2014) e Stumpf (2014), afirmam que como consequência da grande extensão territorial do país, da adversidade climática (em especial das elevadas temperaturas e demais desafios do ambiente tropical), as raças zebuínas têm se destacado progressivamente na atividade leiteira, tanto em sistemas com exploração de raça pura como em sistemas de cruzamento. Conforme Assis (2007), os zebuínos se adaptaram bem ao clima brasileiro, principalmente no Brasil central, onde está a maior parte do rebanho nacional.

## 2.3 A RAÇA GIR

O Gir veio da região de Gir, na província de Gujarat, península de Kathiavar, na Índia. Conforme Santos (2015), o Gir talvez seja a raça zebuína mais antiga do planeta, segundo sugestões da literatura sagrada hinduísta. Em seu mesmo habitat, existem carneiros Kathiavari, caprinos Cutchi e bubalinos Jafarabadi, todos de perfil ultraconvexo, que levam ao ancestral comum que poderia ser o antílope de Sanson. O mesmo autor descreve que o Gir é a única raça-tronco bovina com conformação craniana ovóide; perfil ultraconvexo; chifres voltados para fora, para baixo e para trás; orelhas longas e retorcidas.

Na Índia, o Gir é selecionado para produção de leite e para tração pesada, indicando forte musculatura. Conforme Santos (2013), o Gir, atualmente, possui grande popularidade na Índia, principalmente pela sua notável mansidão e aptidão leiteira, sendo comum encontrar vacas Gir produzindo leite nos templos e centros de pesquisa. O autor complementa afirmando que é uma raça muito estudada, havendo relativa fartura de dados técnicos sobre famílias leiteiras.

Várias importações possibilitaram a entrada do Gir no Brasil. De acordo com Reis Filho et al. (2015), a raça Gir, introduzida entre 1906 e 1962, tem ampla aceitação dos produtores em regiões tropicais e subtropicais devido à capacidade de adaptação a diferentes sistemas, especialmente aqueles baseados em sistemas extensivos e semiextensivos de produção.

Santos (2013), afirma que o Gir chegou ao Brasil em 1911, passando por um formidável progresso. Em meados da década de 1930, os pecuaristas sentiram a necessidade de retornar às raças puras indianas e o Gir iniciou um “período de ouro”, com animais sendo muito valorizados. O registro genealógico da raça foi implantado em 1938 no Brasil. Estes registros demonstraram que a raça Gir era a principal entre todas as raças zebuínas, mantendo essa posição até 1967, com 59,46% dos registros (Ledic; Tetzner, 2008).

O Gir foi considerado “a raça dos cafezais”, onde produzia leite, carne e ajudava na tração. Os mestiços de Gir chegaram a receber preços especiais pela conformação frigorífica e rendimento de carcaça em regiões como a de Barretos (SP). Por outro lado, o mercado levou os criadores a aperfeiçoarem as características de corte na raça, deixando de lado, por longo tempo, as características leiteiras – as quais ficaram sendo selecionadas em poucos rebanhos (Santos, 2013).

A partir da década de 1950, o Nelore passou a se expandir e lentamente o Gir foi ficando relegado a alguns criadores tradicionais e aos que ordenhavam suas vacas. As importações da década de 1960 introduziram novas linhagens leiteiras, embora com menor influência na seleção para carne. Enquanto isso, o Nelore, com essas importações, disparou na preferência dos criadores de gado de corte (Santos, 2013).

#### 2.4 O GIR LEITEIRO

Entre 1930 e 1960, o Gir produzia leite na região de Franca (SP), em decidida seleção para esta aptidão. Também já eram realizados muitos cruzamentos com a raça Holandesa, tanto na região de Franca como na do Vale do Paraíba. Em meados da década de 1960, para atender o enorme mercado de propriedades leiteiras, alguns selecionadores passaram a segregar as fêmeas Gir que se destacavam por sua aptidão leiteira (Santos, 2013).

A genealogia de muitas famosas vacas “recordistas” de produção leiteira revela que o “Gir Leiteiro” vem desde a década de 1920, ao lado do Gir de múltiplas aptidões. A vaca Gir sempre foi boa leiteira, tendo estabelecido um núcleo de seleção na região de Franca (SP) que ficou famoso pelo esmero na caracterização racial e na produção de leite. Depois ocupou os imensos cafezais e, finalmente, o país inteiro por ocasião da Segunda Guerra Mundial (Ledic; Tetzner, 2008).

O atual Gir Leiteiro é resultado da seleção efetuada tanto por entidades governamentais como a Estação Experimental de Umbuzeiro no estado da Paraíba e a Fazenda Experimental Getúlio Vargas em Uberaba/MG (hoje pertencente à Epamig) quanto por criadores dos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (Ledic; Tetzner, 2008). De acordo com Santos (2013), esses criadores começaram seus rebanhos Gir Leiteiro a partir do gado originário das importações efetuadas da Índia em 1919, 1955, 1960 e 1962.

Assim, o Gir Leiteiro nada mais é que uma subpopulação da raça Gir, selecionada para a produção de leite e que mantém um programa de melhoramento genético iniciado em 1985 (Reis Filho et al., 2015). Antes, em 1980 foi fundada a Associação Brasileira dos Criadores de Gir Leiteiro

(ABCGIL), para promover e reunir os que mantinham a exploração leiteira com o gado Gir (Ledic; Tetzner, 2008).

Com uma crescente expansão, conforme Santos (2013), como puro ou em cruzamentos, o Gir já está presente em 82,3% das propriedades brasileiras voltadas à produção leiteira. Corroborando, Prata et al. (2015) enfatiza que o Gir Leiteiro é a principal raça zebuína leiteira no Brasil, considerando as circunstâncias de produção de mestiços nos rebanhos comerciais.

## 2.5 PROGRAMA NACIONAL DE MELHORAMENTO DO GIR LEITEIRO

Através de uma parceria entre a Associação Brasileira dos Criadores de Gir Leiteiro (ABCGIL) e a Embrapa Gado de Leite, nasceu em 1985 o “Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro” (PNMGL), estruturado em um teste de progênie (Reis Filho et al., 2015) que atualmente conta com o apoio da Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ), Epamig e outras organizações. O objetivo deste programa é promover o melhoramento genético da raça Gir por meio da identificação e seleção de touros geneticamente superiores para produção de leite e seus constituintes, avaliados a partir do desempenho produtivo de suas filhas puras e mestiças. Também integram o programa, as características de conformação e manejo (Panetto et al., 2017).

Conforme Pereira (2012), o teste de progênie consiste na estimativa do mérito genético dos reprodutores através do desempenho de seus filhos (progênie) para as características de interesse na população. Muitos autores defendem que o teste de progênie é um teste de comparação de reprodutores, sendo básico para qualquer programa de melhoramento genético. Corroborando, Ferreira et al. (2006) enfatiza que a avaliação e seleção de touros por meio de teste de progênie são importantes para o progresso genético em gado de leite.

Estima-se que este programa de melhoramento tenha contribuído expressivamente para a evolução do Gir Leiteiro brasileiro. Santos (2013) revela que os animais que pariram em 1985, quando o PNMGL foi iniciado, apresentaram média de 2.276 kg de leite em até 305 dias e de 2.395 kg na lactação completa.

O Gir Leiteiro foi a primeira raça leiteira brasileira e zebuína do mundo com touros provados por teste de progênie. Em 1993 foi divulgado o primeiro grupo de touros provados, resultado do teste de progênie de nove reprodutores (Ledic; Tetzner, 2008). Houve resposta muito positiva do mercado, que passou a utilizar mais intensivamente sêmen de touros provados e adquirir animais provenientes de rebanhos participantes do programa. De acordo com Santos (2013) a demanda foi tão significativa, que foram comercializadas 88.754 doses dos touros provados só em 1993.

No PNMGL as informações obtidas são oriundas dos rebanhos colaboradores distribuídos em diferentes estados. Estes rebanhos recebem gratuitamente as doses de sêmen dos touros em teste, porém sem a identificação dos reprodutores. A contrapartida é que estes criadores devem manter as filhas destes touros na propriedade até o encerramento da primeira

lactação. Desta forma, torna-se possível a coleta das informações necessárias para a avaliação dos animais, através da realização do controle leiteiro, das avaliações lineares, das coletas de amostras de leite e de material genético para extração do DNA (Ledic; Tetzner, 2008).

O modelo estatístico utilizado no PNMGL é o chamado “Modelo Animal”. Conforme Pereira (2012), na avaliação pelo Modelo Animal todos os parentes afetam a predição dos valores genéticos e das capacidades previstas de transmissão (PTAs). No entanto, o grau de parentesco entre os indivíduos determina o nível de influência. Avós, primos, tios e outros parentes mais distantes têm efeito menor sobre avaliação do que filhas, filhos, pais e irmãos. Assim, todas as informações adicionadas à base de dados contribuem para alterar, em maior ou menor grau, os desvios de produção para determinado touro e conseqüentemente, suas predições.

## 2.6 CARACTERÍSTICAS LINEARES AVALIADAS NO PNMGL

Inicialmente, o PNMGL teve como foco as características produtivas, em especial a produção de leite e a produção de gordura. De acordo com Santos (2013), no início da década de 90 começaram as avaliações lineares de conformação do Gir Leiteiro. Desta forma, todas as filhas dos touros já avaliados e as filhas de touros por avaliar, passaram a ser medidas para as características lineares de conformação e manejo. Já no final da mesma década, iniciaram-se as análises para teores de proteína e o percentual de sólidos totais.

As mensurações efetuadas no Gir Leiteiro vêm sendo incrementadas desde a implantação do PNMGL, principalmente na ampliação do número de características avaliadas e conseqüentemente, do número de informações publicadas nos sumários. A partir da década de 2000, passou-se a extrair e estocar o DNA dos animais para genotipagem de locos de interesse econômico, como os genótipos para os genes da kappa-caseína e beta-lactoglobulina, bem como os genes relacionados com doenças genéticas (Santos, 2013).

Em se tratando de tipo, o PNMGL contempla dezesseis características de conformação e duas de manejo: Altura da garupa, ângulo dos cascos, ângulo da garupa, comprimento corporal, comprimento da garupa, comprimento de tetos, comprimento do umbigo, diâmetro de tetos, largura entre os ísquios, largura de úbere posterior, largura entre os ílios, ligamento de úbere anterior, perímetro torácico, posição das pernas vistas lateralmente, posição das pernas vistas por trás, profundidade do úbere, e as de manejo, como facilidade de ordenha e temperamento (Panetto et al., 2017).

Desde o ano de 1997 são divulgados os resultados das avaliações genéticas destes reprodutores para características lineares de conformação e manejo no sumário de touros do PNMGL. Estes resultados são apresentados por meio das STAs (do inglês “*Standard Transmitting Ability*”), que significam “capacidade prevista de transmissão padronizada”. As STAs permitem que todas as características sejam comparadas e representadas em um único gráfico, mesmo que tenham sido medidas em unidades diferentes (centímetros, graus e escores), por serem expressas através de pontos de desvio padrão em relação à média de cada uma delas (Panetto et al., 2017).

### 2.6.1 Sistema linear de avaliação do Gir Leiteiro

Desenvolvido para possibilitar a mensuração das características de conformação (tipo) e manejo, o sistema linear de avaliação do Gir Leiteiro contempla dezoito características:

#### 2.6.2 Altura da garupa

Para essa característica, é desejado que a garupa seja suficientemente alta para manter o úbere afastado do solo. O desejável são valores superiores a 136 cm. Os escores utilizados variam de 1 a 9. O escore 1 representa a altura da garupa de 122 cm; o escore 5 representa a altura de 136 cm e o escore 9 representa altura de 150 cm (Panetto et al., 2017).

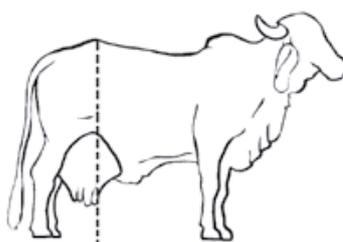


Figura 1 - Posição para tomada da altura da garupa.

#### 2.6.3 Perímetro torácico

O perímetro torácico está relacionado às capacidades cardíaca, pulmonar e digestiva dos animais. Deseja-se que os valores sejam superiores a 175 cm. O escore 1 represente perímetro de 149 cm, enquanto o escore 4 representa o perímetro de 175 cm. Já o escore 9, representa o perímetro de 209 cm (Panetto et al., 2017).

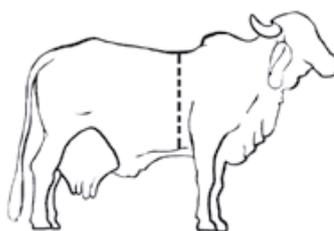


Figura 2 - Posição para tomada do perímetro torácico.

#### 2.6.4 Comprimento do corpo

O comprimento do corpo está relacionado à posição, direção e arqueamento das costelas, os quais indicam as capacidades cardíaca, pulmonar e digestiva dos animais. O desejável são valores superiores a 102 cm. Na escala dos escores, o escore 1 representa comprimento corporal de 75 cm. O escore 5 representa a medida de 102 cm e o escore 9, a medida de 126 cm (Panetto et al., 2017).

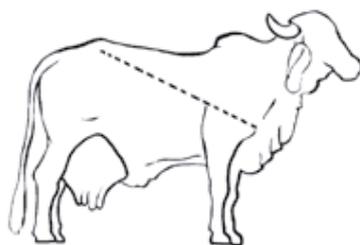


Figura 3 - Posição para tomada do comprimento do corpo.

### 2.6.5 Comprimento da garupa

Essa característica está relacionada ao suporte dorsal do úbere. É desejável valor acima da média (40 cm). O escore 1 representa a medida de 32 cm. A média de 40 cm está representada pelo escore 5 e o escore 9, representa o comprimento de 54 cm (Panetto et al., 2017).



Figura 4 - Posição para tomada do comprimento da garupa.

### 2.6.6 Largura entre os ísquios

A garupa deve ser larga, com boa abertura entre os ísquios, proporcionando maior facilidade de parto. Deseja-se valor superior a 18 cm. O escore 1 representa a medida de 12 cm. O escore 5 representa a largura de 18 cm e o escore 9 representa a medida de 28 cm (Panetto et al., 2017).



Figura 5 - Posição para tomada da largura entre ísquios.

### 2.6.7 Largura entre os ílios

Essa característica, juntamente com a largura entre ísquios, está relacionada ao suporte dorsal do úbere e à facilidade de parto. É desejável valor superior a 48 cm. A medida de 33 cm é atribuída ao escore 1. O escore 5 representa a largura de 48 cm e o escore 9 representa a medida de 64 cm (Panetto et al., 2017).

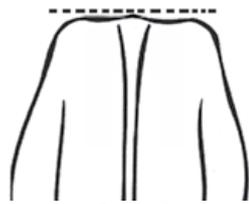


Figura 6 - Posição para tomada da largura entre ílios.

### 2.6.8 Ângulo de garupa

É medido por meio da inclinação entre ílios e ísquios. Escore acima de cinco indica garupa escorrida e abaixo de cinco, garupa plana. Valores extremos, para mais ou para menos, são indesejáveis, pois podem causar problemas de parto. O ideal é um animal com escore para ângulo da garupa próximo de cinco ou de 27,2 graus (Panetto et al., 2017).



Figura 7 - Posição para tomada do ângulo da garupa.

### 2.6.9 Ângulo de cascos

O animal deve ter cascos altos, com talões fortes e ângulo de 45° nas pinças. O ângulo de cascos está relacionado com o tempo de permanência do animal no rebanho. Escores próximos a quatro ou cinco indicam bons cascos e os extremos são indesejáveis (Panetto et al., 2017).



Figura 8 - Posição para tomada do ângulo dos cascos.

### 2.6.10 Posição de pernas – Vista lateral

As pernas na altura do jarrete devem apresentar ligeira curvatura, que não pode ser acentuada. Escore acima de cinco indica pernas muito curvas (que podem causar desgaste do talão dos cascos, deixando-os achinelados) e abaixo, pernas retas. O ideal é escore próximo de cinco (Panetto et al., 2017).



Figura 9 - Posição para tomada da posição de pernas - vista lateral.

### 2.6.11 Posição de pernas – Vista por trás

O escore ideal para posição das pernas é em torno de 5, indicando animal com pernas abertas e paralelas. Pernas ganchudas indicam jarretes fechados, que podem comprimir e diminuir o espaço a ser ocupado pelo úbere, aumentando as chances de traumatismos e, conseqüentemente, de ocorrência de mastite. Pernas arqueadas podem causar problemas nas articulações (Panetto et al., 2017).



Figura 10 - Posição para tomada da posição de pernas - vista por trás.

### 2.6.12 Ligamento de úbere anterior

O úbere anterior deve estar bem aderido à região ventral do animal, evitando a formação de bojo. O ideal é um úbere anterior com escore acima de cinco, tão próximo quanto possível de nove, que indica ligamento forte (Panetto et al., 2017).



Figura 11 - Posição para tomada da posição do ligamento de úbere anterior.

### 2.6.13 Largura de úbere posterior

Úberes posteriores mais largos possuem maior área de produção e de armazenamento de leite. Recomenda-se escore para úbere posterior tão próximo quanto possível de nove, que representa úbere posterior largo (Panetto et al., 2017).



Figura 12 -  
Posição  
para tomada  
da largura  
do úbere  
posterior.

#### 2.6.14 Profundidade de úbere

Ao se observar uma vaca de lado, a profundidade do úbere é medida do topo do úbere ao ponto mais baixo do assoalho do úbere. O úbere ideal apresenta o seu assoalho a aproximadamente 10 cm acima do jarrete. Úbere raso é muito importante como indicador de maior tempo de permanência do animal no rebanho. Enquanto alguma profundidade é necessária para maior produção, úberes com escore próximo a nove para esta característica indicam úberes profundos e sujeitos a traumatismos, podendo causar decréscimo na produção de leite (Panetto et al., 2017).



Figura 13 -  
Posição para  
tomada da  
profundidade de  
úbere.

#### 2.6.15 Comprimento dos tetos

O tamanho ideal para as tetas é em torno de 7,5 cm, de modo a facilitar a ordenha. Tetas muito longas prejudicam a mamada do colostro pelo bezerro, dificulta a ordenha e estão relacionadas ao aumento da incidência de perda de tetas e mastite. Tetas muito curtas também são indesejáveis por dificultarem a mamada e a ordenha. O escore 1 (um) representa tetas curtas. As tetas intermediárias (7,5 cm) recebem o escore cinco e as tetas compridas são representadas pelo escore nove (Panetto et al., 2017).



Figura 14 - Posição para tomada do comprimento dos tetos.

### 2.6.16 Diâmetro dos tetos

O desejável são tetos de diâmetro intermediário para baixo. Tetos excessivamente grossas prejudicam a ordenha e a mamada, sendo, portanto, indesejáveis para a raça. O escore 1 é atribuído para as vacas com tetos finas. Já as tetos intermediárias (3,8 cm), recebem o escore 5. Já o escore 9, é atribuído às tetos grossas (Panetto et al., 2017).



Figura 15 - Posição para tomada do diâmetro dos tetos.

### 2.6.17 Facilidade de ordenha

Essa característica está relacionada ao tempo e ao esforço despendido na ordenha das vacas. O ideal são os escores mais próximos a 1 (um), indicando ordenha fácil ou macia. O escore cinco é atribuído à ordenha normal e o escore 9, à ordenha “muito dura” (Panetto et al., 2017).

### 2.6.18 Temperamento

Relaciona-se à docilidade e facilidade de manejo dos animais. O ideal são os valores próximos a 1 (um), indicando vacas muito mansas. O escore cinco é atribuído às vacas de temperamento normal e o escore nove representa as vacas muito bravas (Panetto et al., 2017).

### 2.6.19 Comprimento do umbigo

O escore 1 (um) é atribuído aos animais com umbigo curto. Já o escore cinco representa umbigos intermediários, com a medida de 9,8 cm. Os umbigos compridos recebem o escore 9 (Panetto et al., 2017).



Figura 16 - Posição para tomada do comprimento do umbigo.

## 2.7 HERDABILIDADES

O conhecimento da herdabilidade de uma característica é de fundamental importância para a definição dos métodos de melhoramento genético mais adequados (Pereira, 2012). Sua estimativa permite saber o quanto da variação fenotípica observada é influenciada por fatores genéticos. Vários trabalhos relatam diferentes coeficientes de herdabilidade em raças bovinas leiteiras em diversos países.

Na atividade leiteira a “produção de leite” é a característica de maior importância econômica e por isso, comumente é a principal a ser considerada em um programa de melhoramento de gado leiteiro (Lagrotta et al., 2010; Pereira, 2012). Para esta característica, na raça Holandesa, herdabilidades de 0,21 a 0,30 foram descritas por Boligon et al. (2005), Paula et al. (2008) e Campos et al. (2012) no Brasil, enquanto na raça Pardo Suíço, valores de 0,22 e 0,30 foram relatados por Brcko (2008) no Brasil e por Gibson; Dechow (2018) nos Estados Unidos, respectivamente.

Também no Brasil, na raça Girolando, Canaza-Cayo et al. (2016) encontraram herdabilidade de 0,24 para produção de leite. Com zebuínos da raça Guzerá, estimativas de 0,23 e 0,24 foram descritas por Peixoto et al. (2006) e por Santos et al. (2013), respectivamente. Na raça Gir Leiteiro, valores que variaram de 0,24 a 0,33 já foram observados por Herrera et al. (2008), Lagrotta et al. (2010), Silva (2012), Prata et al. (2015) e por Reis Filho et al. (2015).

De acordo com Prata et al. (2015) existe uma tendência aparentemente irreversível na indústria de produtos lácteos para fornecer bonificações para componentes do leite (como gorduras e proteínas), não beneficiando somente o volume, o que pode justificar a inclusão destas características como critérios de seleção para maior qualidade do produto.

Para produção de gordura, herdabilidades de 0,20 a 0,28 foram observadas nas raças Holandesa (no Brasil) e Pardo Suíço (nos Estados Unidos), por Paula et al. (2008), Campos et al. (2012) e Gibson; Dechow (2018). Prata et al., (2015) estimou herdabilidade de 0,24 para produção de gordura e de 0,26 para produção de proteína em vacas Gir Leiteiro puras e mestiças no Brasil. Segundo Pereira (2012), a produção de proteína pode apresentar herdabilidades de 0,25 a 0,35, o que possibilita uma boa perspectiva de melhoramento destas por meio de seleção.

A seleção também para as características de tipo visa aumentar a vida produtiva das vacas, sendo que algumas delas podem influir no manejo dos animais (McManus; Saueressig, 1998). O termo “características lineares de tipo” é utilizado para os aspectos de conformação que melhoram a eficiência da vaca não pelo aumento de sua produtividade, mas pela redução de seus custos

de produção (Groen et al., 1997). As características de tipo e produção parecem ser independentemente herdadas e para melhorá-las, é necessário que a seleção seja praticada em ambas (Campos et al., 2012).

Em vinte e uma características de tipo, Campos et al. (2012) encontrou herdabilidades que variaram de 0,09 a 0,38 na raça Holandesa no Brasil. Estudando doze aspectos de conformação, avaliados em até duas lactações por vaca, Lagrotta et al. (2010) obteve estimativas que variaram de 0,09 a 0,54 na raça Gir Leiteiro, enquanto Wenceslau et al. (2000) relatou valores de 0,07 a 0,46 para cinco características de conformação na mesma raça.

## 2.8 TENDÊNCIAS GENÉTICAS

A efetividade de um programa de melhoramento pode ser avaliada por meio da estimação de “tendências genéticas” (Canda, 2014; Canaza-Cayo et al., 2016). Em diferentes programas de melhoramento genético, o acompanhamento do progresso genético é essencial para possibilitar ajustes necessários à sua utilização (Grupioni et al., 2015). Para isso, utilizam-se os estudos de tendência genética ou ganhos genéticos por unidade de tempo (Campos, 2011; Ferreira, 2003).

Oliveira et al. (2015) afirma que a estimativa de tendência genética, quando avaliada periodicamente, permite verificar a eficiência dos programas de melhoramento genético animal. Seu conhecimento pode auxiliar em decisões em relação ao futuro e na verificação da eficácia da escolha dos reprodutores por parte do criador (Lacerda et al., 2013). Uma das maneiras deste acompanhamento ser realizado é por meio da determinação do progresso genético observado em características sob seleção na população (Araújo et al., 2003).

Canaza-Cayo et al. (2016) salienta que em programas de melhoramento genético, é importante acompanhar os resultados para avaliar o seu progresso e fazer os ajustes de forma eficiente no próprio programa, visando otimizar o ganho genético e aumentar a rentabilidade da exploração no futuro. O autor reforça a teoria que o monitoramento das tendências genéticas ao longo do tempo, possibilita a avaliação da mudança causada pelo processo de seleção. Assim, o conhecimento das tendências genéticas de uma população permitirá direcionar o programa de seleção no futuro, pela definição de metas específicas para melhoramento rentável e sustentável da exploração pecuária.

Na literatura especializada na ciência do melhoramento genético animal, trabalhos que descrevam as tendências genéticas de diferentes populações de interesse zootécnico podem ser amplamente encontrados. Entre eles, destacam-se publicações que demonstram o progresso genético em diferentes espécies, como frangos (Gaya, 2006; Vayego et al., 2008; Cruz et al., 2013), bubalinos (Ramos et al., 2006; Malhado et al., 2007), caprinos (Gonçalves et al., 2002; Vázquez et al., 2010), peixes (Porto et al., 2015), ovinos (Pires et al., 2015) e suínos (Pires et al., 2000; Pita; Albuquerque 2001; Lourenço et al., 2008).

Em bovinos de corte, também há uma ampla variedade de estudos abordando o avanço genético obtido em características de importância

econômica, principalmente quando o assunto é ganho de peso. Trabalhos brasileiros desta natureza podem ser encontrados para raças como Aberdeen Angus (Weber et al., 2009; Campos 2011), Brangus (Bolígon et al., 2006; Lopes et al., 2009), Charolês (Fernandes et al., 2002), Devon (Corrêa et al., 2006), Guzerá (Oliveira et al., 1995; Grupioni et al., 2015) e Nelore (Ferraz Filho et al., 2002; Forni, 2007; Souza et al., 2011; Lacerda, 2013; Lira et al., 2013), entre outras. Esses artigos, dissertações e teses revelam os ganhos ou perdas anuais em determinadas raças e programas de melhoramento para as características de interesse ao longo de um determinado período.

Em bovinos de leite, também há um bom número de trabalhos brasileiros e internacionais voltados às tendências genéticas de várias raças leiteiras, como a Holandesa, Pardo Suíça, Jersey, Girolando e Guzerá. Burnside; Legates (1967), considerou dados de mais de 34 mil primeiras lactações em mais de 300 rebanhos da raça Holandesa dos Estados Unidos. Os autores encontraram estimativas de tendência genética anuais de 45 a 55 kg/leite, demonstrando desta forma o progresso genético alcançado com os valores genéticos estimados. Resultados positivos também foram encontrados por Verde et al. (1972), que obtiveram estimativa de 33 kg/ano para a produção de leite em rebanhos da raça Holandesa, na Flórida. Ambos os estudos demonstraram como as estimativas de tendências genéticas revelam informações importantes quanto à efetividade dos programas de seleção.

Nos Estados Unidos, Hansen (2000), relatou a tendência genética para produção de leite na raça Holandesa, citando valores positivamente significativos em diferentes períodos. A tendência genética média foi 37 kg/ano durante a década de 60, 79 kg/ano durante a década de 70, 102 kg/ano na década de 80 e 116 kg/ano de 1990 a 1996. Tais resultados ajudam a compreender um dos fatores que levaram o país se tornar uma grande referência em material genético da raça Holandesa para o mundo.

De acordo com os estudos realizados por Durães et al. (2001) foi verificado baixa tendência genética para as características produtivas em rebanhos da raça Holandesa no Brasil, (18,4 e 0,6 kg/ano para produção de leite e gordura, respectivamente), atribuindo à melhoria das condições nutricionais e de manejo dos rebanhos a maior causa do aumento da produtividade. Tais resultados sugeriram aos produtores, uma reavaliação de seus programas de seleção.

Ferreira et al. (2006) utilizando registros de produção de leite de vacas da raça Holandesa do sudoeste do Brasil, descreveu progresso anual de 6,71 kg de leite de 1970 a 1999. A pesquisa concluiu que as estimativas de tendência genética obtidas foram muito aquém do teoricamente possível, sugerindo que as práticas de seleção no período não foram adequadas.

Ainda na raça Holandesa, Bolígon et al. (2005) relataram estimativas de tendência genética para produção de leite, produção de gordura e porcentagem de gordura no estado do Rio Grande do Sul entre 1984 e 1998. As tendências genéticas estimadas foram baixas, com valores de 9,51 kg/ano, 0,11 kg/ano e -0,07 %/ano, respectivamente.

Na África do Sul, Ramatsoma et al. (2014) avaliou as tendências genéticas para características de importância econômica no rebanho Holandês Sul-Africano a partir de dados oriundos do período de 1983 a 2008. A pesquisa

apontou que as tendências genéticas para produção de leite apresentaram redução em aproximadamente 57% durante a década 1990-2000 e alcançou estagnação no período 2005-2007. Os autores observaram que dada à ampla disponibilidade de avaliações genéticas para essas características e o potencial notável para o uso destas informações, o desenvolvimento de estratégias para melhorar o Holandês Sul Africano demonstrou ser urgentemente necessário.

Desenvolvido no Irã, o estudo de Hossein-Zadeh (2011) analisou dados de vacas Holandesas puras em lactação, coletados de 1990 a 2007, provenientes de 2.506 rebanhos, utilizando o modelo de touro. O autor observou a ocorrência de tendências genéticas decrescentes para idade ao primeiro parto, percentual de gordura e percentual de proteína ao longo dos anos. No entanto, a pesquisa revelou haver tendências genéticas positivas para produção de leite (4,205 kg/ano), produção de gordura (0,051 kg/ano) e produção de proteína (0,053 kg/ano) no período estudado. Em conclusão o trabalho revelou que as tendências encontradas para as características de produção (kg/ano) indicaram que os produtores iranianos tiveram sucesso na escolha dos touros melhorados, oriundos de fontes locais e importadas de países como Estados Unidos e Canadá.

Utilizando dados provenientes de 1928 vacas Holandesas mantidas em 21 rebanhos na região de Wielkopolska na Polônia central e nascidas entre 2001 e 2004, Kruszyński et al. (2013) estimou as tendências genéticas para produção de leite e algumas características de conformação por meio de regressão linear. As tendências genéticas para produção de leite, produção de gordura e produção de proteína foram positivas ao longo do período analisado. Os valores encontrados revelaram progressos de 10,38 kg/ano para produção de leite, 0,51 kg/ano para produção de gordura e 0,23 kg/ano para produção de proteína.

Por sua vez, o teor de gordura e proteínas no leite (percentuais) relatados por Kruszyński et al. (2013) apresentaram tendência negativa de -0,002% e -0,004% por ano, respectivamente. Já as tendências estimadas para as características de conformação também foram positivas (exceto o temperamento). Conforme os autores, com exceção das características do corpo tratadas em conjunto, para as demais características os valores anuais médios da tendência genética revelaram-se muito pequenos.

Missanjo et al. (2012) estimaram tendências genéticas para o gado Jersey no Zimbábue, utilizando dados de 10.986 lactações de vacas que pariram no período de 1996 a 2008. Os resultados indicaram que a produção de leite, produção de gordura e produção de proteína apresentaram progressos genéticos em média de 1,42 kg, 0,16 kg e 0,16 kg por ano, respectivamente. Estes autores, concluíram que houve pequenas melhorias para as três características nas últimas décadas do período avaliado.

Ainda com a raça Jersey, em estudo mais antigo, Musani; Mayer (1997), descreveram tendência genética de 0,8 kg/ano para a produção de leite no Quênia. Concluíram que, em decorrência da alta variação genética para a produção, a tendência genética foi baixa, refletindo em baixa eficiência da seleção.

Utilizando registros de lactações referentes às produções de leite e gordura de vacas da raça Pardo-Suíça, Araújo et al. (2003) estimou tendências

genéticas para características produtivas da raça no Brasil, encontrando valores de 20,54 e 0,93 kg/ano para produção de leite e de gordura (respectivamente), ajustadas à idade adulta e 305 dias de lactação para vacas. Para os reprodutores, a tendência genética estimada foi de 33,01 kg e 1,98 kg/ano para produção de leite e produção de gordura respectivamente. Os dados eram oriundos de 4.959 lactações, de 2.414 vacas com partos observados de 1985 a 1998, em 51 rebanhos.

Também com a raça Pardo-Suíça, Brcko (2008) utilizou 2.981 registros referentes às produções de leite, na primeira lactação de vacas distribuídas em 62 rebanhos. Os dados, provenientes do serviço de controle leiteiro da Associação Brasileira de Criadores de Gado Pardo Suíço, contemplavam partos ocorridos entre os anos de 1980 a 2002. Regredindo a média dos valores genéticos dos reprodutores em função do ano em que suas primeiras filhas produziram nos rebanhos, verificou-se um acréscimo de 1,09 kg de leite para cada ano de produção, com a tendência genética se tornando positiva no início do período avaliado.

Em seu trabalho, Brcko (2008) concluiu que baixos valores observados pela tendência genética podem ser reflexos em falhas na escolha de reprodutores, cujo critério de seleção poderia estar enfatizando mais o tipo racial dos animais do que o verdadeiro valor genotípico. O mesmo trabalho observou tendências fenotípicas positivas para as características estudadas. Este resultado possibilitou concluir que houve uma preocupação com o manejo dos animais de uma forma geral, proporcionando ganhos significativos.

Na raça Girolando, trabalho desenvolvido por Canaza-Cayo et al. (2016), confirmou através de seus estudos de tendências genéticas, que durante as décadas recentes houve progresso genético significativo para produção de leite em 305 dias em rebanhos da raça no Brasil, em especial após 1997, quando foi implantado o teste de progênie. Ele encontrou tendências genéticas de 7,40 kg de leite/ano em todo o período de avaliação e de 41,42 kg de leite/ano para o período equivalente ao teste de progênie, indicando a efetividade do programa de melhoramento genético da raça ao promover a melhoria na produção de leite.

Em zebuínos, Peixoto et al. (2006) analisando a produção de leite em vacas puras e mestiças participantes do teste de progênie e do núcleo MOET (Múltipla Ovulação e Transferência de Embriões) da raça Guzará, verificaram tendência genética positiva para produção de leite aos 305 dias de 7,09 kg/ano entre 1987 e 2004 e 6,47 kg/ano entre 1997 e 2004. Para as vacas do núcleo MOET, a tendência foi de 36,46 kg/ano entre 1997 e 2004 e 9,13 kg/ano entre 2001 e 2004.

Também na raça Guzará, Canda (2014) utilizou um banco de dados constituído por 7.636 lactações em 305 dias de vacas participantes do Programa Nacional de Melhoramento do Guzará para Leite, para estudar as tendências genéticas das características produtivas, encontrando tendência de 5,2 kg/ano para produção de leite. A tendência genética para produção de gordura e proteína encontrada foi baixa, porém positiva, com valores de 0,2 kg/ano para a produção de gordura e de 0,1 kg/ano para produção de proteína.

Ainda na raça Guzará, Oliveira et al. (2015) considerou dados de 2.035 lactações de vacas primíparas, oriundas de 22 rebanhos, participantes

do Programa Nacional de Melhoramento do Guzerá para Leite (PNMGuL). A estimativa de tendência genética encontrada para produção de leite foi de 12,81 kg/ano.

Com zebuínos da raça Sahiwal na Índia, Parveen et al. (2018) utilizou informações de 820 vacas mantidas no Instituto Nacional de Pesquisa de Leite (NDRI) entre 1962 e 2015. Os autores relataram tendências genéticas de 1,72 kg/ano para produção de leite em 305 dias na primeira lactação e de 2,08 kg/ano para produção de leite total na primeira lactação. A baixa magnitude da tendência genética e as tendências ambientais desfavoráveis que foram encontradas indicaram a necessidade de aumento do tamanho do rebanho e melhoria das práticas de manejo. As tendências ambientais negativas revelaram que o potencial genético dos animais Sahiwal foi positivo ao longo dos anos, mas os fatores ambientais reduziram seu efeito sobre os valores fenotípicos.

Apesar das pesquisas que buscaram estudar o progresso genético em gado de leite terem sido realizadas com as principais raças selecionadas para esta aptidão, ainda não foram encontrados na literatura, publicações recentes com o mesmo objetivo, porém, tendo animais puros Gir Leiteiro como alvo, a raça que apresenta o maior volume de doses de sêmen exportadas pelo Brasil. Santana Júnior et al. (2010), desenvolveu um estudo com a raça, porém enfatizando somente tendências para características reprodutivas.

Assim, atualmente pouco se sabe sobre o progresso genético nas características de produção, conformação e manejo em animais puros da raça Gir Leiteiro e o quanto seu programa de melhoramento e a divulgação de seus resultados (sumários), na realização dos acasalamentos corretivos vêm corroborando para a evolução zootécnica da raça. O que se sabe em geral, são informações não publicadas cientificamente, oriundas principalmente de estimativas de tendências fenotípicas, as quais, o componente ambiente também exerce influência.

Os técnicos da área de melhoramento têm interesse em avaliar o progresso genético anual atingido por determinada característica economicamente importante após aplicar seleção dentro de um programa de melhoramento genético, pois precisam monitorar periodicamente a eficiência da seleção praticada, para que, caso contrário, sejam tomadas as providências necessárias para que isso aconteça (Campos, 2011; Canaza-Cayo et al., 2016). Neste sentido, a obtenção das tendências genéticas da população de interesse é importante nesse monitoramento para que seja possível realizar os ajustes necessários nos programas (Vayego et al., 2008).

As estimativas de tendências genéticas anuais podem apresentar variações de acordo com a característica, a espécie, a raça, o país e o direcionamento atribuído pelos criadores e pelos programas nas ações de melhoramento genético. Normalmente, na maioria dos casos, países de pecuária desenvolvida apresentam ganhos genéticos anuais mais significativos quando comparados aos ganhos obtidos por países em desenvolvimento.

### 3 HIPÓTESES

As características de conformação e manejo apresentam valores de herdabilidade que possibilitam seleção e melhoramento da conformação do Gir Leiteiro através da utilização das STAs dos sumários de touros para acasalamento corretivo pelos criadores.

O Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro tem possibilitado progresso genético nas características de produção, conformação e manejo da população de animais puros da raça Gir Leiteiro ao longo do tempo.

O progresso genético para produção de leite e de gordura tem sido positivo, principalmente para as trajetórias de seleção SB (pais de touros) e SC (pais de vacas), respectivamente, indicando a efetividade do teste de progênie para a população pura.

#### 4 OBJETIVOS

Estimar os parâmetros genéticos para as características de produção, conformação e manejo avaliadas no Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro, visando a obtenção de estimativas atualizadas na raça.

Obter as tendências fenotípicas para produção de leite em 305 dias e produção de gordura em 305 dias, de animais puros integrantes do Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro.

Estimar as tendências genéticas para as características de produção, conformação e manejo avaliadas no Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro para a população de animais puros da raça.

Obter as tendências genéticas para quatro diferentes trajetórias de seleção (pais de touros, pais de vacas, mães de touros e mães de vacas) da população de animais puros integrante do Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro para produção de leite em 305 dias e produção de gordura em 305 dias.

## **CAPÍTULO II**

**Tendências genéticas para as características de produção, conformação e  
manejo de bovinos Gir Leiteiro**

**(Artigo a ser submetido para a revista Pesquisa Agropecuária Brasileira)**

## **Tendências genéticas para as características de produção, conformação e manejo de bovinos Gir Leiteiro**

Resumo – Este estudo objetivou estimar os parâmetros e as tendências genéticas para dezenove características de produção, conformação e manejo de animais puros Gir Leiteiro, integrantes do Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro, além das tendências fenotípicas e das tendências genéticas para quatro trajetórias de seleção para produção de leite e de gordura. A metodologia utilizada foi a da máxima verossimilhança restrita em um modelo animal. As tendências genéticas para todas as características foram obtidas via regressão linear das médias dos valores genéticos em função do ano de nascimento dos animais, que em geral, variou de 1935 a 2013. As herdabilidades foram de 0,23 (leite), 0,10 (gordura) e variaram de 0,01 a 0,53 para as características lineares de conformação/manejo. A Produção de leite em 305 dias apresentou favorável progresso genético ao longo do tempo, tanto para fêmeas mensuradas (14,04 kg/ano) , fêmeas (8,27 kg/ano) e machos (6,12 kg/ano), quanto para as quatro trajetórias de seleção. As tendências genéticas para produção de gordura em 305 dias, embora positivas, foram de baixa magnitude. As mudanças genéticas nas características lineares foram em geral, variáveis e inexpressivas, sugerindo que a seleção no Gir Leiteiro tenha sido direcionada essencialmente para maior produção de leite.

Termos de indexação: Bos taurus, melhoramento genético, progresso genético, teste de progênie, zebu.

Abstract – The objective of this study was to estimate the genetic parameters and the genetic trends for nineteen traits of the production, conformation and management of Dairy Gir pure animals, members of the National Breeding Program for Dairy Gir as well as the phenotypic trends and genetic trends for four selection trajectories for milk yield and fat yield. The methodology used was that of restricted maximum likelihood in an animal model. The genetic trends for all traits were obtained through linear regression of the means of genetic values according to the year of birth of the animals, which generally varied from 1935 to 2013. The heritabilities were 0.23 (milk yield), 0.10 (fat yield) and ranged from 0.01 to 0.53 for the linear conformation/management characteristics. The milk yield in 305 days presented favorable genetic progression over time for both measured females (14.04 kg/year), females (8.27 kg/year) and males (6.12 kg/year), and for the four selection trajectories. Genetic trends for fat yield production in 305 days, although positive, were of low magnitude. The genetic changes in the linear characteristics were in general, variable and inexpressive, suggesting that the selection in Dairy Gir has been directed essentially to a greater milk production.

Index terms: Animal breeding, bos taurus, genetic progress, progeny test, zebu.

## Introdução

Em ambientes tropicais e subtropicais a utilização das raças zebuínas (*Bos taurus indicus*) tem sido cada vez mais importante para a viabilização das atividades pecuárias. Conforme Santana Júnior et al. (2015), em países como o Brasil, os sistemas de produção que utilizam zebuínos baseiam-se no uso de pastagens, onde os animais estão constantemente expostos a fatores ambientais estressantes, tais como clima, doenças e endo/ectoparasitas, sendo esses indivíduos considerados plenamente adaptados a estas condições.

Canda (2014) afirma que em razão da grande extensão territorial e da adversidade climática, os zebuínos têm se destacado progressivamente na atividade leiteira brasileira. A crescente preocupação com o aquecimento global e seu efeito na produção animal, deve contribuir para o aumento da utilização do zebu, especialmente em cruzamentos (Santana Júnior et al., 2015).

Entre as raças zebuínas, a Gir Leiteiro é uma das mais utilizadas para a produção de leite, principalmente em cruzamentos com raças taurinas especializadas (Herrera et al., 2008). Santos (2013) reitera que em rebanhos puros ou mestiços, o Gir Leiteiro está presente em 82,3% das propriedades brasileiras voltadas à produção leiteira.

Para Ledic; Tetzner (2008) e Santos (2013), o Gir Leiteiro é a raça com maior potencial exportador de animais, sêmen e embriões dentre todas as zebuínas criadas no Brasil, país considerado como referência mundial nessa raça.

Dados da Associação Brasileira de Inseminação Artificial (ASBIA) corroboram ao apontar a liderança da raça Gir Leiteiro na exportação de sêmen, representando 55,7% do volume total comercializado em 2016 entre as de aptidão leiteira. Exemplificando, entre 2012 e 2016, foram vendidas doses de touros Gir Leiteiro para

países como Argentina, Bolívia, Canadá, Colômbia, Costa Rica, Emirados Árabes, Equador, Panamá, Angola e Índia.

Parte da evolução e da expansão da raça presume-se que se deve à contribuição do Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro (PNMGL), através da identificação dos touros superiores por meio do teste de progênie, realizado pela Associação Brasileira dos Criadores de Gir Leiteiro (ABCGIL) e pela Embrapa Gado de Leite desde o ano de 1985 (Reis Filho et al., 2015).

Em qualquer programa de melhoramento, há necessidade de acompanhar os resultados para avaliar seu progresso, fazer ajustes visando otimizar o ganho genético e aumentar a lucratividade no futuro (Canaza-Cayo et al., 2016). Neste sentido, a estimativa das tendências genéticas torna-se necessária para monitorar e avaliar tais programas (Hossein-Zadeh, 2011).

Para Missanjo et al. (2012), o estudo das tendências genéticas é uma forma de mensurar as mudanças acumuladas em uma população, além de ser um indicador do progresso genético alcançado. Por esta razão, trabalhos que descrevam as tendências genéticas em diferentes espécies de interesse zootécnico podem ser amplamente encontrados na literatura do melhoramento genético animal.

Estudos realizados nesta década com as raças Holandesa e Jersey, apontaram ganhos genéticos para produção de leite de 1,42 a 10,38 kg/ano e para produção de gordura de 0,05 a 0,51 kg/ano em países como Irã, Zimbábwe e Polônia (Hossein-Zadeh, 2011; Missanjo et al., 2012; Kruszyński et al., 2013; respectivamente).

No Brasil, Canda (2014) e Oliveira et al. (2015), ambos com a raça zebuína Guzará, obtiveram em períodos semelhantes de estudo (década de 2000), estimativas de tendência genética para produção de leite de 5,2 e de 12,810 kg/ano, respectivamente.

Na raça Girolando, também no Brasil, Canaza-Cayo et al. (2016) encontrou tendências genéticas de 7,40 kg de leite/ano em todo o período de avaliação (1979 a 2007) e de 41,42 kg de leite/ano para o período equivalente ao teste de progênie (1997 a 2007).

Nas décadas passadas, alguns estudos objetivaram estimar as tendências genéticas para produção de leite em bovinos Gir Leiteiro. No entanto, publicações recentes com o mesmo objetivo, porém, enfatizando as características pertencentes ao PNMGL (inclusive as de conformação e manejo) em animais puros, não foram encontradas na literatura consultada.

Cientificamente, na atualidade pouco se conhece sobre os parâmetros e o progresso genético do Gir Leiteiro, bem como, o quanto seu programa de melhoramento e a divulgação de seus resultados, vêm corroborando de fato para a evolução zootécnica da raça.

Pelo exposto, o objetivo deste estudo foi estimar os parâmetros genéticos e as tendências genéticas para vinte características de produção, conformação e manejo de animais puros da raça Gir Leiteiro, integrantes do Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro (PNMGL), além das tendências fenotípicas e das tendências genéticas para quatro trajetórias de seleção para produção de leite e produção de gordura.

## **Material e métodos**

Este estudo foi realizado a partir de registros do Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro (PNMGL), disponibilizados pela Embrapa Gado de Leite, com dados de 36.343 vacas puras e mestiças para as características produtivas (leite, gordura, proteína e sólidos totais) e de 9.394 avaliações lineares das características de conformação e manejo.

Objetivando a consistência e uma maior qualidade dos dados, foram realizadas diversas restrições para cada grupo de características. Para produção de leite e de gordura (ambas em 305 dias), excluíram-se fêmeas com pais e mães desconhecidos e com causas de secagem consideradas anormais pelo programa de melhoramento.

Ainda como critério de restrição, considerando que o principal objetivo desta pesquisa foi estimar o progresso genético obtido na população de raça pura integrante do PNMGL, as vacas mestiças (cerca de 38% dos animais) com registros de características produtivas foram eliminadas. Já para as características de conformação e manejo este processo não foi necessário, uma vez que as avaliações para estas características são realizadas apenas nas progênies puras dos reprodutores da raça Gir Leiteiro.

Também foram eliminados animais com registros de produções de leite em 305 dias (PL305) inferiores a 1.240 kg ou superiores a 7.000 kg (para leite), vacas com idades ao parto superiores a 66 meses e com anos de parto inferiores a 1983 ou superiores a 2015 (para leite e para gordura). Especificamente para produção de gordura (PG305), vacas com produções inferiores a 36 kg ou superiores a 278 kg, bem como, nascidas antes de 1979 ou depois de 2010, foram retiradas do conjunto de dados.

Para as características lineares de conformação e manejo, foram excluídas vacas nascidas antes de 1999 ou depois de 2012, fêmeas com avaliação fora do período de 2005 a 2015 e animais com idades inferiores a 29 ou superiores a 64 meses nas avaliações. Também foram eliminadas todas as matrizes com pais e mães desconhecidos e com avaliações incompletas e as avaliações repetidas.

Após estes procedimentos, permaneceram registros de 8.187 vacas para produção de leite (filhas de 719 touros), 3.383 para produção de gordura (filhas de 349 touros) e 1.848 para as características de conformação e manejo (filhas de 116 touros), todas puras da raça Gir Leiteiro.

Além dos registros fenotípicos, foi disponibilizado pela Embrapa Gado de Leite um conjunto de dados genealógicos (pedigree) da população. Considerando todas as gerações possíveis, foram geradas novas bases de pedigree, objetivando a formação das matrizes de parentesco, combinadas aos animais com registros de fenótipo para produção de leite, produção de gordura e características lineares (conformação e manejo), resultando em 20.346, 8.946 e 7.123 indivíduos, respectivamente. Estas três bases de dados genealógicos foram utilizadas em todas as análises subsequentes, resultando na predição de valores genéticos para todos estes animais.

A estrutura populacional das três bases de dados genealógicos, cujas informações foram obtidas através do software CFC (Sargolzaei et al., 2006), contou com 13 gerações nas características produção de leite e lineares e com 11 gerações para produção de gordura. O número total de pais chegou a 2.454 (leite), 1.242 (gordura) e 1.223 (lineares), sendo o total de progênies dos pais iguais a 16.399 (leite), 6.723 (gordura) e 5.826 (lineares). 11.152 mães para leite (15.527 progênies), 4.740 mães para gordura (6.176 progênies) e 4.119 mães para lineares (5.708 progênies) também

constituíram as matrizes de parentesco. O tamanho médio da família foi de 2.37 para leite, 2.17 para gordura e 2.44 para as características lineares.

Os grupos contemporâneos foram formados pelos critérios rebanho e ano de parto, os quais foram constituídos por no mínimo três fêmeas que fossem filhas de no mínimo, dois touros diferentes, como critérios de restrição.

O modelo estatístico usado nas avaliações genéticas dos animais incluiu, nas características de produção de leite e de gordura, os efeitos fixos de grupos de contemporâneos e época de parto, tendo a idade em meses nos termos linear e quadrático como covariável. Como efeitos aleatórios foram considerados os efeitos genéticos aditivos de animal e o residual. Para as características lineares de conformação e manejo, foi incluído no modelo o efeito fixo de avaliador e o efeito fixo de época de parto foi substituído pelo efeito da época em que a vaca foi avaliada. As épocas de parto e de avaliação foram divididas em estação chuvosa (outubro a março) e estação seca (abril a setembro), conforme Lagrotta et al. (2010) e Oliveira et al. (2015).

Em notação matricial, os modelos utilizados podem ser assim representados:

$$y = X\beta + Zu + e ,$$

em que:  $y$  é o vetor de registros de PL305 ou PG305 ou da característica linear;  $\beta$ , o vetor de efeitos fixos definidos anteriormente;  $u \sim N(0, A\sigma_a^2)$ , o vetor do efeito aleatório genético aditivo do animal,  $e \sim N(0, I_n \sigma_e^2)$ , o vetor de efeito aleatório residual; e  $X$  e  $Z$  são matrizes de incidência associadas aos efeitos fixos e aleatório do animal, respectivamente.

A metodologia utilizada foi a da máxima verossimilhança restrita (restricted maximum likelihood: REML), em um modelo animal, o qual possibilita considerar não

só as mensurações do próprio animal, como também, toda informação genealógica disponível.

A estimação dos componentes de variância, dos parâmetros genéticos e a predição dos valores genéticos se deram por análise unicaracterística, através do software AIREML (Mistral et al., 2014), tendo admitido o critério de convergência de  $10^{-12}$ .

As tendências genéticas para todas as características foram obtidas via regressão linear das médias dos valores genéticos (variável dependente) em função do ano de nascimento dos animais (variável independente), para três subpopulações formadas por fêmeas mensuradas (fêmeas com registros de fenótipo da característica), fêmeas (todas, como mães e avós sem fenótipo, por exemplo) e machos.

Além disso, para as características de produção de leite e produção de gordura, as tendências fenotípicas foram estimadas usando a regressão linear dos valores fenotípicos médios pelo ano de nascimento dos animais.

Por fim, a aferição das tendências genéticas para as quatro trajetórias de seleção (caminhos gaméticos) – pais de touros (SB), pais de vacas (SC), mães de touros (DB) e mães de vacas (DC), propostas por Rendel; Robertson (1950), foram realizadas após a segregação de machos/fêmeas e de pais/filhos, obtendo-se as médias e a regressão linear dos valores genéticos pelos anos de nascimento para produção de leite e para produção de gordura, ambas em 305 dias.

De forma geral, em relação aos anos de nascimento dos animais, o período avaliado foi de 1935 a 2013, com variações existentes nas subpopulações (machos, fêmeas, animais com ou sem registros de fenótipo) e entre as características (produtivas e lineares).

As estimativas das tendências fenotípicas bem como, das tendências genéticas das trajetórias de seleção para somente produção de leite e produção de gordura, se deram em virtude da maior ênfase comumente atribuída a estas características em programas de melhoramento genético de bovinos leiteiros.

## Resultados e Discussão

A estimativa de herdabilidade encontrada (0,23) para produção de leite em 305 dias (PL305) neste estudo (Tabela 1), embora inferior, está próxima aos valores descritos por outros autores que também utilizaram a máxima verossimilhança restrita (REML) em análises com a raça Gir Leiteiro. Reis Filho et al. (2015), obtiveram a estimativa de 0,28, valor muito próximo ao observado por Panetto et al. (2017) de 0,25 para vacas Gir Leiteiro puras e mestiças em população semelhante à avaliada nesta pesquisa, enquanto Wenceslau et al. (2000) relatou valor de 0,28, para somente fêmeas puras.

A herdabilidade obtida para PL305 neste trabalho está inclusive, dentro do limite de valores de até 0,33 relatados por outros diferentes estudos com dados de animais Gir Leiteiro (Herrera et al., 2008; Lagrotta et al., 2010; Silva 2012; Prata et al., 2015). Esses autores constataram que a seleção para a característica poderia resultar em progresso genético.

Herdabilidades de 0,24 para PL305 foram relatadas nas raças Guzerá e Girolando no Brasil, por Santos et al. (2013) e Canaza-Cayo et al. (2016), respectivamente, ambos por meio do uso do método REML. Observa-se também que o resultado aqui obtido está dentro do intervalo de 0,21 e 0,30 para herdabilidades encontradas na raça Holandesa no Brasil para PL305 por pesquisadores que utilizaram a mesma metodologia (Boligon et al., 2005; Campos et al., 2012).

Para a característica produção de gordura em 305 dias (PG305) a estimativa de herdabilidade (0,10) foi inferior ao valor retratado por Panetto et al. (2017) para a população Gir Leiteiro pura e mestiça (0,17). Tal resultado demonstra-se abaixo do relatado por Prata et al. (2015), que utilizando análises multicaracterísticas e o método

REML, encontrou herdabilidade de 0,24 para uma população também composta por vacas Gir Leiteiro puras e mestiças. Na raça Holandesa no Brasil, foram encontradas estimativas superiores de herdabilidade para produção de gordura através de diferentes métodos (Inferência Bayesiana e REML) por Paula et al. (2008) e Campos et al. (2012), na ordem de 0,28 e 0,23, respectivamente.

Tabela 1 - Parâmetros genéticos da população pura do PNMGL avaliada no presente estudo.

Característica	$h^2$	$\sigma^2a$	$\sigma^2e$	$\sigma^2total$
Produção de Leite (PL305)	0,23 ( $\pm 0,02$ )	116080,000	392340,000	508420,000
Produção de gordura (PG305)	0,10 ( $\pm 0,04$ )	83,552	726,36	809,912
Altura da garupa	0,31 ( $\pm 0,09$ )	4,934	10,871	10875,934
Perímetro torácico	0,23 ( $\pm 0,07$ )	9,529	32,026	41,555
Comprimento corporal	0,11 ( $\pm 0,06$ )	1,660	12,737	14,397
Comprimento da garupa	0,16 ( $\pm 0,06$ )	0,725	3,721	4,446
Largura entre ísquios	0,21 ( $\pm 0,07$ )	0,510	1,953	2,463
Largura entre ílios	0,13 ( $\pm 0,06$ )	0,771	5,003	5,774
Ângulo da garupa	0,07 ( $\pm 0,04$ )	1,814	21,988	23,802
Ângulo dos cascos	0,14 ( $\pm 0,06$ )	0,144	0,899	1,043
Posição das pernas lateral	0,14 ( $\pm 0,06$ )	0,141	0,881	1,022
Posição das pernas por trás	0,01 ( $\pm 0,03$ )	0,010	0,636	0,646
Ligamento de úbere anterior	0,06 ( $\pm 0,04$ )	0,133	2,143	2,276
Largura de úbere posterior	0,20 ( $\pm 0,08$ )	0,275	1,122	1,397
Profundidade do úbere	0,29 ( $\pm 0,08$ )	0,533	1,306	1,839
Comprimento dos tetos	0,44 ( $\pm 0,09$ )	0,762	0,959	1,721
Diâmetro de tetos	0,19 ( $\pm 0,07$ )	0,076	0,325	0,401
Temperamento	0,13 ( $\pm 0,06$ )	0,344	2,214	2,558
Comprimento do umbigo	0,53 ( $\pm 0,09$ )	3,320	2,962	6,282

O baixo valor de herdabilidade obtido para PG305 no presente trabalho (0,10) pode ser explicado pela superioridade (oito vezes maior) da variância residual ( $\sigma^2e$ )

encontrada, quando comparada com a variância genética aditiva ( $\sigma^2_a$ ), sugerindo um efeito ambiental relevante em sua expressão. Em ruminantes, a produção de ácidos graxos na glândula mamária é impulsionada por sistemas de produção baseados em pastagens, uma vez que ocorre maior aporte de acetato (Araújo et al., 2003). Essa argumentação faz sentido quando se considera que grande parte dos rebanhos leiteiros brasileiros, em especial aqueles com participação da raça Gir Leiteiro, é criada em sistemas extensivos e semi-extensivos de produção por suas habilidades de adaptação (Prata et al., 2015).

Ainda se tratando da herdabilidade obtida para PG305, outro fator que pode justificar o resultado encontrado, é que neste estudo foram inclusas apenas fêmeas puras, o que revela uma possível menor influência genética aditiva, na variação fenotípica desta característica na população da raça Gir Leiteiro aqui avaliada.

Nesta pesquisa, 50% das características de conformação e manejo apresentaram estimativas de herdabilidades superiores a 0,15 (Tabela 1) e 77% acima de 0,10, o que indica que uma parcela da variação destas está atrelada ao efeito aditivo dos genes, conforme observação descrita por Lagrotta et al. (2010). Esta constatação possibilita uma perspectiva positiva para o melhoramento destas nos rebanhos Gir Leiteiro através de seleção e de acasalamentos corretivos por meio da utilização das atuais STAs (*Standard Transmitting Ability*) pelos criadores, disponíveis nos sumários de touros do PNMGL e nos catálogos de sêmen para a escolha dos reprodutores.

Em geral, as herdabilidades para as características de conformação e manejo variaram de 0,01 a 0,53 no presente estudo. Destaque positivo para comprimento de umbigo, atributo morfológico de avaliação importante em zebuínos, que apresentou a maior estimativa (0,53) entre estas características e com valor aproximado aos 0,46

relatado em animais puros por Panetto et al. (2017) ao executar a avaliação genética nacional do Gir Leiteiro em uma população semelhante à analisada nesta pesquisa.

Neste trabalho, as cinco características relacionadas à garupa (altura da garupa, ângulo da garupa, comprimento da garupa, largura entre fílios e largura entre ísquios) apresentaram herdabilidades baixas a moderadas, que variaram de 0,07 a 0,31. Ao considerar classificações correspondentes a no máximo duas lactações, Lagrotta et al. (2010) obteve valores de 0,26 a 0,54 para as mesmas características em vacas Gir Leiteiro. Considerando que é desejável que a garupa seja suficientemente alta para manter o úbere afastado do solo (Panetto et al., 2017), o valor obtido neste estudo (0,31) para altura da garupa (Tabela 1) mostra ser possível a seleção e o melhoramento deste atributo.

Entre as cinco características do sistema mamário (Comprimento dos tetos, diâmetro dos tetos, largura de úbere posterior, ligamento de úbere anterior e profundidade do úbere), pode ser observada na presente pesquisa uma ampla variação entre as estimativas de herdabilidade (0,06 a 0,44), indicando que profundidade do úbere (0,29), largura de úbere posterior (0,20) e diâmetro dos tetos (0,19) podem apresentar respostas à seleção. Variação similar foi encontrada por Panetto et al. (2017) para as mesmas características em fêmeas puras Gir Leiteiro (0,07 a 0,40).

Ênfase deve ser atribuída para comprimento dos tetos, cuja herdabilidade aqui relatada (0,44) está de acordo com Lagrotta et al. (2010), que obteve a mesma estimativa para este caráter em seu estudo e muito próximo ao encontrado por Wenceslau et al. (2000), de 0,46 e por Panetto et al. (2017) de 0,40, todos na raça Gir Leiteiro. Tendo em vista que tetos muito longos bem como, muito curtos, prejudicam a mamada do colostro pelo bezerro, dificulta a ordenha e estão relacionadas ao aumento

da incidência de perda de tetas e mastite (Panetto et al., 2017), a herdabilidade aferida para esta particularidade, o a viabiliza como objetivo de seleção.

As herdabilidades obtidas neste trabalho (Tabela 1) para as duas características de estrutura corporal (comprimento corporal e perímetro torácico) estão exatamente em acordo com as estimativas de Wenceslau et al. (2000) que também relatou valores de 0,11 para comprimento corporal e 0,23 para perímetro torácico em vacas Gir Leiteiro. Valores um pouco superiores (0,18 e 0,30, respectivamente) foram descritos por Lagrotta et al. (2010) na mesma raça.

Em se tratando do conjunto pernas e pés, as três características (ângulo dos cascos, posição das pernas vistas lateralmente e posição das pernas vistas por trás) apresentaram herdabilidades baixas a ligeiramente moderadas neste estudo, com variação de 0,01 a 0,14. Comportamento semelhante foi descrito por Bohlouli et al. (2015) a partir de dados de sete rebanhos de vacas Holandesas do Irã, em que as mesmas características oscilaram de 0,06 a 0,15 em análises multicaracterísticas. Em animais puros Gir Leiteiro, Lagrotta et al. (2010) encontrou valores de 0,09 para ângulo de cascos e os mesmos 0,14 para posição das pernas vistas lateralmente.

A baixa herdabilidade encontrada no presente trabalho para posição das pernas vistas por trás (0,01), está em consonância com o que está expresso por Panetto et al. (2017) para os indivíduos puros Gir Leiteiro, onde também pode ser observado o mesmo valor. Percebe-se também, que a variância residual ( $\sigma^2_e$ ) para esta característica é significativamente superior à variância genética aditiva ( $\sigma^2_a$ ), indicando considerável efeito ambiental em sua variação e expressão.

Características como ângulo da garupa, ligamento de úbere anterior e posição das pernas vistas por trás apresentaram estimativas de herdabilidade (0,07; 0,06; 0,01;

respectivamente) consideradas baixas conforme Pereira (2012), indicando pouco efeito dos fatores genéticos na população aqui avaliada. Desta forma, se pressupõe que pequena resposta à seleção pode ser esperada nestas características.

É importante ponderar que assim como em qualquer característica, para os atributos de tipo (conformação), as estimativas de herdabilidade podem variar significativamente de acordo com a raça, o sistema de classificação, as definições de modelos estatísticos, o número de registros por animal e os procedimentos de edição de dados, conforme afirmação de Bohlouli et al. (2015).

Entre as características de manejo, o temperamento, importante em função da docilidade dos animais, demonstrou herdabilidade (0,13) muito próxima ao valor de 0,12 descrito por Panetto et al. (2017) no sumário de touros Gir Leiteiro ABCGIL/Embrapa (PNMGL). Embora seja uma estimativa de magnitude baixa, ela possibilita a perspectiva de que ganhos genéticos possam ser alcançados também por meio de seleção, embora provavelmente, de forma um pouco mais lenta.

### **Tendências fenotípicas**

As tendências fenotípicas para as características produção de leite e produção de gordura (Figura 1d), ambas em 305 dias, foram obtidas neste trabalho, através dos registros de produção (fenótipo) da subpopulação de fêmeas mensuradas. Para produção de leite em 305 dias, pode ser notada uma tendência positiva com pequenas oscilações ao longo do tempo, com auge de 4275 kg de leite em média para as fêmeas nascidas em 2012, produção esta, bem acima da média geral da característica (Tabela 2). O coeficiente de regressão obtido apontou tendência fenotípica de 55,381 kg de leite/ano (1,99%).

Ao serem consideradas também as tendências genéticas para produção de leite em 305 dias, as fêmeas nascidas em 2012 também apresentaram a maior média de valores genéticos em todo o período (649,46 kg). Tanto as tendências fenotípicas, quanto as genéticas para esta característica, apresentaram evolução mais acentuada nos últimos anos. Esta observação permite deduzir que num período mais recente, provavelmente houve crescente adesão por parte dos criadores ao uso de reprodutores geneticamente superiores, que conjuntamente com melhorias ambientais como nutrição e manejo, possibilitaram um incremento fenotípico na produção leiteira dos bovinos puros Gir Leiteiro.

Em seu estudo com vacas da raça Guzerá no Brasil, Canda (2014) encontrou tendência fenotípica positiva (24,3 kg/ano), para produção de leite. Também com a raça Guzerá, Oliveira et al. (2015) descreveu tendências fenotípicas de 8,2 kg/ano para vacas primíparas puras. Esses últimos autores, por terem encontrado tendência genética superior para a mesma característica na mesma população (12,81 kg/ano), concluíram que possivelmente as condições ambientais oferecidas estavam limitando a expressão do potencial genético dos animais.

Tabela 2 - Médias fenotípicas, desvios padrões e medidas ideais das características avaliadas<sup>4</sup>.

Característica	Média	Desvio padrão	Ideal <sup>(3)</sup>
Produção de leite em 305 dias (kg)	2777,87	1158,36	-
Produção de gordura em 305 dias (kg)	103,70	41,87	-
Altura da garupa (cm)	136,68	4,89	> 136
Ângulo da garupa <sup>(2)</sup>	21,97	7,33	27,2
Ângulo dos cascos <sup>(1)</sup>	4,68	1,15	5
Comprimento corporal (cm)	103,45	4,68	> 102
Comprimento da garupa (cm)	44,06	3,21	> 40
Comprimento do umbigo (cm)	10,17	2,76	1
Comprimento dos tetos (cm)	6,70	1,51	± 7,5
Diâmetro de tetos (cm)	3,71	1,00	<ou = 3,8
Facilidade de ordenha <sup>(1)</sup>	3,48	1,58	1
Largura de úbere posterior <sup>(1)</sup>	5,76	1,95	9
Largura entre flios (cm)	44,94	3,86	> 48
Largura entre ísquios (cm)	18,55	2,49	> 18
Ligamento de úbere anterior <sup>(1)</sup>	5,69	1,92	9
Perímetro torácico (cm)	175,87	7,96	> 175
Posição das pernas lateral <sup>(1)</sup>	5,15	1,14	5
Posição das pernas por trás <sup>(1)</sup>	4,79	0,89	5
Profundidade do úbere <sup>(1)</sup>	4,68	1,56	5
Temperamento <sup>(1)</sup>	3,62	1,73	1

<sup>1</sup> Característica mensurada em escores de 1 a 9.

<sup>2</sup> Característica mensurada em graus.

<sup>3</sup> Conforme o Sumário de touros do PNMGL (Panetto et al., 2017).

<sup>4</sup> Subpopulação de fêmeas mensuradas, nascidas de 1999 a 2012

- Não se aplica para a característica.

Quando comparadas com a produção de leite, as médias fenotípicas para produção de gordura em 305 dias apresentaram uma flutuação mais evidente ao longo do tempo (Figura 1d). Mesmo assim, a tendência fenotípica observada é positiva, embora baixa, com mudanças anuais de 0,916 kg de gordura (0,88%). As fêmeas nascidas no ano de 2008 apresentaram a maior produção, registrando média de 136,153 kg. Curiosamente, a média dos valores genéticos para produção de gordura de fêmeas nascidas no mesmo ano foi baixa (2,00 kg) quando comparada com as de 2007, 2009 e 2010, indicando uma provável influência ainda mais acentuada das condições ambientais na expressão desta característica em detrimento dos fatores genéticos. Outra possibilidade é a que os criadores atribuíram maior atenção para a produção de leite (volume) ao invés da composição.

### **Tendências genéticas**

Como podem ser observadas, as tendências genéticas anuais obtidas para a produção de leite em 305 dias, demonstraram-se no geral, positivas tanto para fêmeas e para machos (Figura 1a), quanto para as fêmeas mensuradas [com registros de produção/fenótipo (Figura 1c)], indicando evolução nesta característica. Os coeficientes de regressão (b) também demonstram ganhos anuais positivos (Tabela 3).

Nas Figuras 1a e 1c percebe-se também, que o progresso genético para produção de leite em 305 dias passou a ser continuamente positivo a partir de meados da década de 80 quando o Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro (PNMGL) foi implantado e ainda mais pronunciado a partir de 1998 para as fêmeas e a partir de 1995 para os machos. Na subpopulação de fêmeas mensuradas, apesar das médias dos valores

genéticos anuais terem apresentado ligeiras oscilações, estas se mostraram positivas e crescentes praticamente em todo o período.

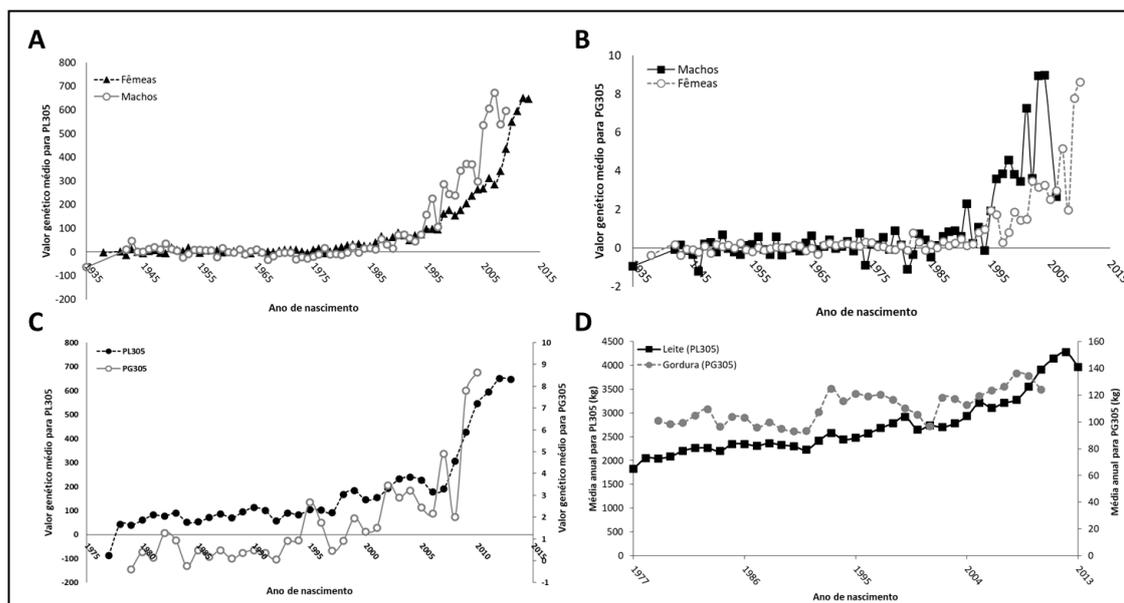


Figura 01 - Tendências genéticas e fenotípicas para produção de leite em 305 dias (PL305) e Produção de gordura em 305 dias (PG305). A: Tendências genéticas para PL305 para fêmeas e machos; B: Tendências genéticas para PG305 para fêmeas e machos; C: Tendências genéticas para PL305 e PG305 para fêmeas mensuradas; D: Tendências fenotípicas para PL305 e PG305.

Em termos percentuais, o ganho genético anual para produção de leite em 305 dias foi de 0,50% para fêmeas mensuradas, 0,30% para fêmeas e 0,22% para machos neste trabalho. Estes valores são corroborados por Silva et al. (2001), que descreveu ganhos genéticos 0,5% e 0,2% ao ano para produção de leite em dois diferentes períodos (1952 a 1976 e 1977 a 1997) em bovinos do ecótipo Mantiqueira no Brasil.

De acordo com Rendel; Robertson (1950), o uso de inseminação artificial conectado a um teste de progênie, torna-se muito eficaz, devendo ser possível uma taxa de melhoria genética de 1,8% por ano. No entanto, presumindo que o Programa

Tabela 3 - Coeficientes de regressão da população pura do PNMGL avaliada no presente estudo para todo o período.

Características	Fêmeas Mensuradas				Fêmeas				Machos			
	b	%	±SE	R <sup>2</sup>	b	%	±SE	R <sup>2</sup>	b	%	±SE	R <sup>2</sup>
Produção de Leite	14,04670	0,50	0,28934	0,223	8,27315	0,30	0,11099	0,237	6,12878	0,22	0,26256	0,182
Produção de gordura	0,12500	0,12	0,00914	0,0524	0,04443	0,04	0,00266	0,035	0,04981	0,05	0,00576	0,057
Altura da garupa	0,04104	0,03	0,00689	0,019	0,01211	0,01	0,00064	0,056	0,00514	0,00	0,00126	0,013
Ângulo da garupa	0,00877	0,04	0,00361	0,003	0,00235	0,01	0,00031	0,009	0,00014	0,00	0,00051	0,000
Ângulo dos cascos	0,00273	0,06	0,00108	0,003	0,00167	0,03	0,00001	0,045	0,00181	0,04	0,00019	0,070
Comprimento corporal	0,01946	0,02	0,00310	0,021	0,00632	0,00	0,00028	0,077	0,00572	0,00	0,00057	0,076
Comprimento da garupa	0,01754	0,04	0,00251	0,026	0,00499	0,01	0,00022	0,076	0,00214	0,00	0,00043	0,020
Comprimento dos tetos	0,00060	0,01	0,00319	0,000	-0,00021	0,00	0,00029	0,000	-0,00144	-0,02	0,00054	0,006
Diâmetro de tetos	0,00268	0,07	0,00079	0,006	-0,00007	0,00	0,00007	0,000	-0,00047	-0,01	0,00013	0,010
Largura de úbere posterior	0,01148	0,20	0,00134	0,038	0,00433	0,07	0,00013	0,159	0,00182	0,03	0,00024	0,043
Largura entre ílios	0,01434	0,03	0,00259	0,016	0,00233	0,00	0,00022	0,022	0,00027	0,00	0,00036	0,000
Largura entre ísquios	0,00044	0,00	0,00187	0,000	0,00328	0,02	0,00017	0,055	0,00265	0,01	0,00035	0,045
Ligamento de úbere anterior	-0,00254	-0,04	0,00077	0,006	-0,00189	0,03	0,00007	0,099	-0,00043	-0,01	0,00013	0,008
Perímetro torácico	0,01413	0,01	0,00945	0,0012	0,00391	0,00	0,00084	0,003	0,00397	0,00	0,00143	0,048
Posição das pernas lateral	0,00093	0,02	0,00098	0,000	-0,00025	0,00	0,00009	0,001	-0,00067	-0,01	0,00018	0,011
Posição das pernas por trás	-0,00041	-0,01	0,00012	0,006	-0,00001	0,00	0,00001	0,012	-0,00011	0,00	0,00002	0,023
Profundidade do úbere	0,01046	0,22	0,00229	0,011	0,00356	0,07	0,00021	0,044	0,00076	0,01	0,00041	0,003
Comprimento do umbigo	0,00898	0,09	0,00680	0,001	0,00937	0,09	0,00060	0,039	0,00502	0,05	0,00104	0,019
Temperamento	-0,01303	-0,36	0,00141	0,044	-0,00295	-0,08	0,00014	0,071	-0,00179	-0,05	0,00027	0,033

b: coeficiente de regressão.

%: Ganhos genéticos percentuais em relação à média fenotípica

±SE: Erro padrão.

R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação.

Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro é um programa ainda recente, cujo primeiro sumário de touros foi publicado em 1993 (Santana Júnior et al., 2015), os ganhos encontrados neste trabalho, para animais puros, podem ser considerados relevantes e positivos. Os ganhos percentuais obtidos correspondem a acréscimos genéticos médios de 13,89; 8,33 e 6,11 kg de leite/ano para fêmeas mensuradas, fêmeas e machos, respectivamente, que se confirmam ao serem comparados aos coeficientes de regressão (b) e seus respectivos erros padrão (Tabela 3).

O coeficiente de regressão obtido para produção de leite em 305 dias para as fêmeas mensuradas (Tabela 3) foi maior quando comparado a valores encontrados em trabalhos realizados com diferentes raças exploradas no Brasil. Canaza-Cayo et al. (2016) encontrou tendência genética de 7,40 kg/ano em todo o período estudado (1979 a 2007) com a raça Girolando. Peixoto et al. (2006) estimou tendências genéticas de 7,09 (de 1987 a 2004) e 6,47 kg/ano (de 1997 a 2004) em vacas puras e mestiças Guzerá. Com a mesma raça, Canda (2014) quantificou progresso genético para produção de leite de 5,2 kg/ano (de 2000 a 2009) enquanto Oliveira et al. (2015), também com a raça Guzerá, encontrou ganhos de 12,81 kg/ano (de 2004 e 2011). Também no Brasil, Silva et al. (2001) com o ecótipo Mantiqueira e Ferreira et al. (2006) com a raça Holandesa, descreveram tendências genéticas anuais de 7,53 e de 6,71 kg/ano, respectivamente.

Em outros países, ganhos inferiores aos relatados neste estudo também foram registrados para produção de leite. Com a raça Holandesa, Hossein-Zadeh (2011) encontrou tendência de 4,20 kg/ano no Irã enquanto Kruszyński et al. (2013) obteve 10,38 kg/ano na Polônia. Com a raça Jersey, Missanjo et al. (2012) observaram incremento genético anual de apenas 1,42 kg/ano na África do Sul.

Mudanças genéticas anuais superiores às encontradas no presente trabalho para produção de leite foram observadas no Brasil por Araújo et al. (2003) na raça Pardo Suíço, que descreveu ganhos de 20,54 kg/ano para vacas e de 33,01 kg/ano para touros. No período correspondente ao programa de melhoramento genético do Girolando (1997 a 2007), Canaza-Cayo et al. (2016) observou tendências genéticas de 41,42 kg/ano para a raça, enquanto Peixoto et al. (2006) relatou progresso de 36,46 kg/ano entre 1997 e 2004 para vacas Guzerá integrantes do MOET (Núcleo de Múltipla Ovulação e Transferência de Embriões).

Para produção de gordura em 305 dias, as tendências genéticas também foram em geral, positivas (Figuras 1b e 1c, respectivamente), apesar dos valores médios anuais terem sido baixos e terem apresentado oscilações frequentes ao longo do tempo. O maior ganho percentual ao ano ( $0,12\% = 0,124$  kg/ano), bem como o maior coeficiente de regressão (Tabela 3), foram encontrados na subpopulação de fêmeas mensuradas. A subpopulação de machos apresentou ganho percentual muito próximo ao observado na subpopulação de fêmeas ( $0,04\% = 0,041$  kg/ano e  $0,05\% = 0,051$  kg/ano, respectivamente), da mesma forma que os coeficientes de regressão.

Estes resultados sugerem que as baixas mudanças anuais para PG305, podem indicar um progresso inexpressivo em razão do aumento da produção de leite observada, uma vez que há uma conhecida correlação genética positiva entre volume de produção de leite com o volume total de produção de gordura (0,70 a 0,80) em bovinos leiteiros (Pereira, 2012). Outra possibilidade, é que a característica produção de gordura provavelmente passou a ser considerada por alguns criadores como um dos critérios de seleção visando o aprimoramento da qualidade do leite, somente a partir da década de

90, onde é possível observar incrementos anuais mais significativos nos valores genéticos.

No Irã, Hossein-Zadeh (2011) quantificou em 0,05 kg/ano as tendências genéticas para produção de gordura na raça Holandesa. Este valor é inferior ao encontrado neste trabalho para a subpopulação de fêmeas com produções mensuradas. Esta estimativa também pode ser considerada muito similar aos valores obtidos para a subpopulação total de fêmeas e para a subpopulação de machos. Com o ecótipo Mantiqueira, Silva et al. (2001) relatou baixo progresso genético para esta característica (0,06 kg/ano) no Brasil. Na região subtropical do Brasil, Boligon et al. (2005) descreveu mudança genética anual ligeiramente inferior (0,11 kg/ano) à observada neste estudo para fêmeas mensuradas.

Valores súperos aos retratados neste estudo (Tabela 3) também podem ser vistos na literatura para PG305. Em pesquisa conduzida com a raça Guzerá, Canda (2014) encontrou tendência genética de 0,2 kg/ano, enquanto Durães et al. (2001) relatou 0,6 kg/ano na raça Holandesa e Araújo et al. (2003) estimaram acréscimos de 0,93 e de 1,98 kg/ano para vacas e touros da raça Pardo Suíço, respectivamente. Corroborando, estudos internacionais de Missanjo et al. (2012) na raça Jersey e de Kruszyński et al. (2013) na raça Holandesa, observaram mudanças de 0,16 e de 0,51 kg/ano, respectivamente.

Maior atenção à produção de gordura em 305 dias deverá ser uma estratégia importante para os criadores de Gir Leiteiro, uma vez que a seleção para a produção de sólidos visa proporcionar maior rentabilidade para o produtor, uma tendência que tem sido observada na indústria leiteira de vários países (Prata et al., 2015).

De modo geral, as características lineares (conformação e manejo) apresentaram neste trabalho, comportamento bastante variável no decorrer do tempo (Tabela 3). Considerando especificamente as características de conformação, ganhos percentuais anuais variaram de -0,04 a 0,22% para fêmeas mensuradas, de -0,03 a 0,09% para fêmeas e de -0,02 a 0,05% para machos. Apesar da maioria das médias anuais dos valores genéticos não tenham sido significativamente diferentes de zero, em parte das características lineares foi possível observar progressos, embora um tanto modestos.

Os maiores coeficientes de regressão para a subpopulação de fêmeas mensuradas foram observados nas características altura da garupa, comprimento corporal e comprimento da garupa. Para as fêmeas e para os machos, os maiores coeficientes foram encontrados para altura da garupa, comprimento corporal e comprimento do umbigo. A característica comprimento corporal ainda apresentou os segundos maiores valores de coeficientes de regressão para as duas subpopulações de fêmeas e o maior coeficiente para a subpopulação de machos.

No presente estudo, as tendências genéticas anuais para as características de conformação e manejo variaram de -0,013 a 0,041 (Tabela 3), valores estes que estão dentro da faixa relatada por Kruszyński et al. (2013) em trabalho realizado com fêmeas da raça Holandesa na Polônia, utilizando máxima verossimilhança restrita livre de derivadas. Com exceção do caráter "altura", esses autores encontraram baixas mudanças genéticas anuais (coeficientes de regressão) para outras 18 características de tipo e manejo avaliadas individualmente, cujos valores variaram de -0,045 a 0,052 ao ano.

Entre as cinco características de garupa, os ganhos percentuais anuais foram positivos, variando de 0,00 e 0,04% em toda a população. Em se tratando de pernas e pés, ocorreram mudanças de maior amplitude em todos os animais, variando de -0,01 a

0,06% ao longo do tempo nas três características. Apesar disso, o caráter ângulo dos cascos apresentou o maior ganho percentual nos machos (0,04%) entre todos os aspectos de conformação avaliados. Já nas características de estrutura corporal, os acréscimos foram menores, variando de 0,00 a 0,02% para todas as fêmeas (inclusive as mensuradas) e machos.

Nas características do sistema mamário foram observados os dois maiores ganhos percentuais anuais, ambos no grupo de fêmeas mensuradas. Profundidade de úbere (0,22%) e largura de úbere posterior (0,20%) destacaram-se entre todas as características de conformação avaliadas. Estas mesmas características também apresentaram os maiores ganhos percentuais na subpopulação total de fêmeas (ambas 0,07%). Por outro lado, a variação das mudanças percentuais anuais neste grupo de características oscilou entre -0,04% e 22%. Com exceção destes destaques, todas as demais mudanças observadas nas características de conformação foram menores que 0,09% ao ano.

Ausência de melhoria genética expressiva pode ser constatada nesta pesquisa ao serem observados tanto os coeficientes de regressão (Tabela 3) e mais facilmente, as mudanças genéticas percentuais ao ano (0,05 a 0,09%) para a característica comprimento de umbigo, onde os escores inferiores (próximos a 1 = umbigo curto) são desejáveis (Panetto et al., 2017). Ao ser observada a média fenotípica da característica (Tabela 2) infere-se que o escore médio nesta população é ligeiramente superior ao 5, que equivale a 9,8 cm (Panetto et al., 2017). Os resultados deste trabalho indicam que houve acréscimo no tamanho do umbigo de machos e de fêmeas ao longo do tempo.

Da mesma forma, a característica ligamento de úbere anterior também apresentou média fenotípica consideravelmente abaixo do escore ideal (9), bem como,

coeficientes de regressão negativos nas três subpopulações avaliadas (fêmeas mensuradas, fêmeas e machos). Este resultado sugere que ao longo do tempo, os valores genéticos preditos na população não favoreceram o aumento dos escores médios para este aspecto. Neste sentido, as mudanças percentuais anuais variaram de -0,01 a -0,04%.

Comportamento inverso ao desejável também pôde ser observado para diâmetro das tetas para as fêmeas mensuradas. Neste caso, o coeficiente de regressão positivo (Tabela 3), possibilitou uma mudança genética anual de 0,07%, em uma característica onde a média fenotípica aqui obtida (Tabela 2) apresentou-se dentro do ideal conforme Panetto et al. (2017). Assim, é possível interpretar que houve um ligeiro ou inexpressivo aumento no diâmetro dos tetos nesta subpopulação de animais.

Para a característica temperamento, as mudanças genéticas anuais negativas encontradas no presente estudo (Tabela 3), sugerem a ocorrência de melhoramento genético, uma vez que para esta característica, os escores inferiores são desejáveis, onde a nota “1” é atribuída às vacas muito mansas e a nota “9” às muito bravas (Panetto et al., 2017). Os ganhos percentuais confirmam esse comportamento entre as fêmeas mensuradas (-0,36%), fêmeas (-0,08%) e machos (-0,05%) durante o período avaliado. Em trabalho conduzido na Polônia, Kruszyński et al. (2013) relatou a ausência de melhoramento genético para temperamento (-0,045 pontos de escore/ano), uma vez que naquele país, os escores superiores (próximos a 9) são indicadores de maior docilidade nas avaliações da raça Holandesa.

De forma geral, os ganhos obtidos para as características de conformação e manejo, foram pequenos e inexpressivos, sugerindo que a seleção tenha sido direcionada basicamente para produção de leite pelos criadores de Gir Leiteiro. Durães et al. (2001) discutiram que possíveis causas para os baixos valores de tendência

genética anuais no Brasil, poderiam ser reflexo de falhas na escolha de reprodutores e utilização de touros com baixa acurácia, e, portanto, de menor preço, com o objetivo de redução de custos. A essas explicações, somam-se àquelas pronunciadas por Silva et al. (2001) ao inferirem que a provável não utilização dos valores genéticos preditos para esses atributos (STAs), como critério de seleção dos touros pelos criadores, podendo ter contribuído para os baixos progressos genéticos obtidos nestas características.

### **Trajetórias de seleção**

Objetivando detalhar o estudo das subpopulações de machos e fêmeas avaliadas anteriormente, foram estimadas as tendências genéticas para quatro diferentes trajetórias de seleção (também conhecidas como caminhos gaméticos ou trilhas de seleção) para produção de leite em 305 dias e para produção de gordura em 305 dias (Tabela 4). Ao considerar o teste de progênie, estas informações são importantes para demonstrar a contribuição dos pais (touros e vacas) no progresso genético alcançado nesta população.

De acordo com Rendel; Robertson (1950), os genes podem ser transmitidos para a próxima geração por meio de pais de touros, pais de vacas, mães de touros e mães de vacas. No presente trabalho, apesar de frequentes oscilações, as tendências genéticas demonstraram-se positivas e crescentes ao longo do tempo, para ambas as características nestas quatro possibilidades (Figura 2).

Para produção de leite em 305 dias, maiores ganhos genéticos anuais podem ser observados neste trabalho para os pais de vacas e as mães de vacas, sugerindo que a seleção nestas trajetórias foi mais acentuada que nas demais (Tabela 4). Em ganhos percentuais anuais, os incrementos foram na ordem de 0,23 e 0,22%, respectivamente.

Tabela 4 - Coeficientes de regressão por trajetória de seleção.

Trajetória de seleção	Produção de leite (305 dias)				
	Nº Obs.	b	%	±SE	R <sup>2</sup>
Pais de touros (SB)	682	3,35605	0,12	0,57969	0,0470
Pais de vacas (SC)	2276	6,45638	0,23	0,27617	0,1938
Mães de touros (DB)	1355	5,47353	0,20	0,35621	0,1486
Mães de vacas (DC)	10249	6,25157	0,22	0,13000	0,1841
	Produção de gordura (305 dias)				
Pais de touros (SB)	372	0,03186	0,03	0,01417	0,0135
Pais de vacas (SC)	1116	0,05241	0,05	0,00626	0,0593
Mães de touros (DB)	646	0,05175	0,05	0,00788	0,0627
Mães de vacas (DC)	4250	0,03082	0,03	0,00294	0,0252

b: coeficiente de regressão.

%: Ganhos genéticos percentuais em relação à média fenotípica

±SE: Erro padrão

R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação.

Analisando uma população da raça Girolando no Brasil, Canaza-Cayo et al. (2016) descreveu ganhos genéticos superiores para pais de vacas (15,45 kg/ano) em todo período analisado (1979 a 2007) e na fase equivalente ao teste de progênie (1997 a 2007) da raça (24,35 kg/ano). O resultado obtido neste estudo se aproxima ao registrado por Silva et al. (2001) em pesquisa com um rebanho de bovinos do ecótipo Mantiqueira no estado de São Paulo no Brasil, em que os pais de vacas apresentaram ganhos de 6,24 kg/ano em todo o período avaliado (1952 a 1997) e de 7,64 kg/ano para o período de implantação do programa de melhoramento genético dessa população (1977 a 1997).

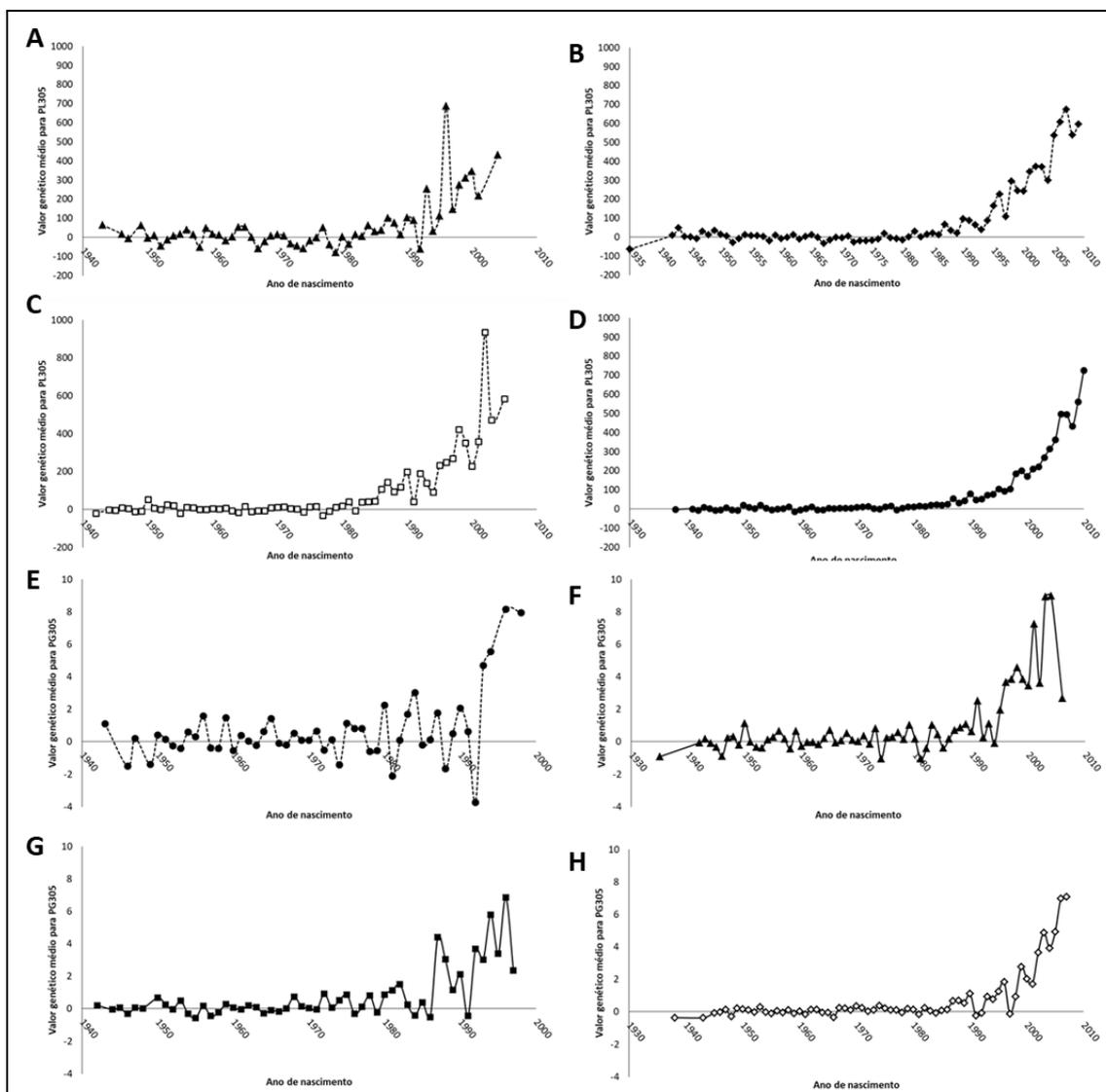


Figura 02 - Tendências genéticas das quatro trajetórias de seleção para produção de leite em 305 dias (PL305) e produção de gordura em 305 dias (PG305). A: PL305 para pais de touros; B: PL305 para pais de vacas; C: PL305 para mães de touros; D: PL305 para mães de vacas; E: PG305 para pais de touros; F: PG305 para pais de vacas; G: PG305 para mães de touros; H: PG305 para mães de vacas.

A mudança genética obtida no presente trabalho para mães de vacas mostrou-se maior à apresentada por Canaza-Cayo et al. (2016) de 5,91 kg/ano e por Silva et al. (2001) de 4,69 kg/ano na raça Girolando e no ecótipo Mantiqueira, respectivamente. No

entanto, no período do teste de progênie (1997 a 2007), Canaza-Cayo et al. (2016) encontrou ganho de 14,24 kg/ano e Ferreira et al. (2006) relatou nesta trajetória, os maiores ganhos (11,9 kg/ano) em seu estudo com a raça Holandesa no Brasil.

Os maiores ganhos genéticos anuais relatados neste estudo (Tabela 4) para pais de vacas e mães de vacas podem ser justificados pelo maior cuidado dos produtores com os acasalamentos, visando à multiplicação de matrizes de altas lactações via biotecnologias de reprodução como FIV (Fertilização *in vitro*) e TE (Transferência de embriões). Esta prática pode ser explicada em função do crescimento do mercado de elite da raça na última década e pela elevada valorização desses produtos. Através do comércio de embriões, prenhez e doadoras, os descendentes desses indivíduos considerados superiores pelos criadores, passaram a possuir alto valor agregado neste mercado, impulsionando as multiplicações das fêmeas. Adicionalmente, tais ganhos podem ser advindos também, das melhores condições ambientais oferecidas para as vacas expressarem seus potenciais genéticos, favorecendo a lactação e assim exercendo influência na predição dos valores genéticos de seus pais.

O progresso genético anual obtido através das mães de touros (0,20%) ficou abaixo aos valores de 18,38 kg/ano e de 13,21 kg/ano descritos por Canaza-Cayo et al. (2016) na raça Girolando e por Silva et al. (2001) no ecótipo Mantiqueira respectivamente. Apesar disso, o valor obtido (Tabela 4), é superior ao encontrado por Ferreira et al. (2006), de -4,7kg/ano para o mesmo caminho gamético na raça Holandesa. Este resultado permite inferir que os produtores utilizaram matrizes de variáveis méritos genéticos para a multiplicação dos rebanhos para a produção de novos reprodutores. Considerando apenas a fase correspondente ao teste de progênie (1997 a 2007), Canaza-Cayo et al. (2016) estimou em 101,97 kg/ano a tendência genética para

as mães de touros. Os autores atribuíram esse resultado à maior intensidade de seleção praticada nesta trilha no período e à contribuição do programa de melhoramento.

O ganho intermediário para a trajetória mães de touros pode indicar que os reprodutores ingressantes no teste de progênie são oriundos de matrizes de variados méritos genéticos e que os criadores talvez não estejam utilizando as avaliações genéticas relativas dessas mães como critério para a escolha, e sim, outras informações como a produção total delas em controle leiteiro oficial (lactação).

Embora positivo e com ganho percentual anual de 0,12%, a trajetória pais de touros (SB) apresentou o menor indicativo de progresso genético entre as quatro trajetórias analisadas. Da mesma forma, Canaza-Cayo et al. (2016) também observou nesta trajetória de seleção o menor valor de ganho genético anual (-10,16 kg/ano), estimado para todo o período de avaliação em animais da raça Girolando (1979 a 2007). Estimativas superiores na ordem de 6,18 e 8,7 kg/ano foram encontradas por Silva et al. (2001) e Ferreira et al. (2006), com o ecótipo Mantiqueira e com a raça Holandesa, respectivamente. Para o período do teste de progênie, ganhos de 25,13 kg/ano foram estimados por Canaza-Cayo et al. (2016) para esta trilha.

Ao contrário do que era esperado, o menor ganho genético anual observado para a trilha pais de touros (Tabela 4), pode ser um indicativo de que possivelmente os touros jovens selecionados pelos criadores para participar do teste de progênie não tenham sido escolhidos verdadeiramente com base no mérito genético de seus pais, e sim por outros critérios como tipo racial, tipo leiteiro, genealogia, destaque individual ou de membros da família ou ainda, premiações em exposições do próprio animal ou de seus parentes.

Com ganhos percentuais anuais que variaram de 0,03% (pais de touros e mães de vacas) a 0,05% (pais de vacas e mães de touros), as tendências genéticas para

produção de gordura em 305 dias foram positivas, apesar de baixas (Tabela 4). Para as trilhas pais de vacas, pais de touros e mães de vacas, os ganhos obtidos foram inferiores aos relatados por Silva et al. (2001) com o ecótipo Mantiqueira (0,08; 0,07 e 0,04 kg/ano respectivamente). Para a trajetória mães de touros, o progresso anual encontrado no presente estudo foi superior ao descrito por Silva et al. (2001), de 0,03 kg/ano. Os autores concluíram que os ganhos obtidos em todas as trajetórias, foram inexpressivos, o que sugere que a seleção tenha sido direcionada basicamente para produção de leite, o que provavelmente também tenha ocorrido com a população avaliada neste estudo.

Progressos genéticos significativos nas características de interesse tornam-se largamente possíveis quando, as avaliações genéticas obtidas dos programas de melhoramento passam a ser utilizadas efetivamente pelos criadores para as tomadas de decisão nas propriedades. Neste sentido, as ações de fomento dos programas de melhoramento, associadas ao aprimoramento das suas formas de expressar e interpretar os resultados, são importantes para que essas informações possam ser verdadeiramente usufruídas pelos produtores, contribuindo na realização dos acasalamentos e no direcionamento dos trabalhos de seleção.

Conforme Rendel e Robertson (1950), obter maiores ganhos genéticos anuais requer uma seleção intensa para a obtenção de animais selecionados, visando utilizá-los como pais de touros e de vacas, minimizando os intervalos de geração. Causas de ganhos inferiores a 2% podem ser creditadas a ênfase em características diferentes da principal, tratamento (manejo) preferencial, a baixa intensidade de seleção de touros pais de touros e longos intervalos de geração para touros e vacas (Van Tassell; Van Vleck, 1991).

No desenvolvimento inicial da raça Gir Leiteiro, os criadores praticavam baixa incorporação de genótipos de outros rebanhos em seus criatórios, em razão da ausência de informações consistentes que lhes pudessem auxiliar neste processo (Ledic; Tetzner, 2008). Com o advento do teste de progênie e a publicação dos sumários, esta prática torna-se plenamente possível, permitindo a escolha e o emprego de touros geneticamente avaliados e provados, ao invés da utilização empírica de reprodutores com base nas produções absolutas de suas mães, aliada a uma seleção de vacas dentro do rebanho, orientada basicamente pelo próprio desempenho na lactação (controle leiteiro).

### Conclusões

1. Para produção de leite em 305 dias, houve favorável progresso genético ao longo do tempo, evidenciado pelas tendências genéticas positivas tanto para fêmeas e para machos, quanto para as quatro trajetórias de seleção (pais de touros, pais de vacas, mães de touros, mães de vacas). A herdabilidade obtida reafirma ser possível ocorrer melhoramento genético nesta característica por meio de seleção em animais puros da raça Gir Leiteiro.
2. As tendências genéticas para produção de gordura em 305 dias, embora positivas, são de baixa magnitude. A herdabilidade encontrada sugere uma possível menor influência genética aditiva na expressão desta característica na população de fêmeas puras da raça Gir Leiteiro avaliada neste estudo.
3. As mudanças genéticas nas características lineares de conformação e manejo foram em geral, variáveis e inexpressivas, o que sugere que a seleção na raça Gir Leiteiro tenha sido direcionada essencialmente para maior produção de leite. As herdabilidades obtidas para a maioria das características permitem a perspectiva de melhoramento através de seleção e de acasalamentos corretivos.
4. A provável maior adesão pelos criadores ao uso de reprodutores comprovadamente geneticamente superiores em conjunto principalmente com melhorias ambientais (nutrição e manejo), possibilitaram incrementos fenotípicos nas produções de leite e de gordura de bovinos puros da raça Gir Leiteiro, os quais foram mais significativos em período mais recente.

## Referências

ARAÚJO, C.V.; TORRES, R.A.; RENNÓ, F.P.; PEREIRA, J.C.; PEREIRA, C.S.; ARAÚJO, S.I.; FILHO, R.A.T.; SILVA, H.C.; RENNÓ, R.N.; KAISER, F.R. Tendência Genética para Características Produtivas em Bovinos da Raça Pardo-Suíça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1872-1877, 2003.

ASBIA – Associação Brasileira de Inseminação Artificial. Relatórios. Disponível em: <<http://www.asbia.org.br/novo/relatorios/>>. Acesso em 10/10/2017.

BOHLOULI, M.; ALIJANI, S.; RAHIMI, M. Genetic relationships among linear type traits and milk production traits of Holstein dairy cattle. **Annals of Animal Science**, v.15, n.4, p.903–917, 2015.

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

CAMPOS, R.V.; COBUCCI, J.A.; COSTA, C.N.; NETO, J.B. Genetic parameters for type traits in Holstein cows in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.10, p.2150-2161, 2012.

CANAZA-CAYO, A.W.; COBUCCI, J.A.; LOPES, P.S.; TORRES, R.A.; MARTINS, M.F.; DALTRO, D.S.; SILVA, M.V.G.B. Genetic trend estimates for milk yield production and fertility traits of the Girolando cattle in Brazil. **Livestock Science**, v.190, p.113–122, 2016.

CANDA, R. A. **Seleção para características de leite e corte em animais da raça Guzerá nos rebanhos de duplo propósito**. 2014. 116p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG.

DURÃES, M.C.; FREITAS, A.F.; VALENTE, J.; TEIXEIRA, N.M.; BARRA, R.B. Tendência genética para a produção de leite e de gordura em rebanhos da raça Holandesa no estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.66-70, 2001.

FERREIRA, W.J.; TEIXEIRA, N.M.; TORRES, R.A.E.; BARRA, R.B. Estimação de tendência genética para produção de leite na raça Holandesa no estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.4, p.599–606, 2006.

HERRERA, L.G.G.; FARO, L.E.; ALBUQUERQUE, L.G.; TONHATI, H.; MACHADO, C.H.C. Parâmetros genéticos para produção de leite no dia do controle e para produção de leite até 305 dias nas primeiras lactações de vacas da raça Gir. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1774-1780, 2008.

HOSSEIN-ZADEH, N.G. Genetic and phenotypic trends for age at first calving and milk yield and compositions in Holstein dairy cows. **Archiv Tierzucht**, v.54, n.4, p.338-347, 2011.

KRUSZYŃSKI, W.; PAWLINA, E.; SZEWCZUK, M. Genetic analysis of values, trends and relations between conformation and milk traits in Polish Holstein-Friesian cows. **Archiv Tierzucht**, v.56, n.52, p.536-546, 2013.

LAGROTTA, M.R.; EUCLYDES, R.F.; VERNEQUE, R. da S.; SANTANA JUNIOR, M.L.; PEREIRA, R.J.; TORRES, R. de A. Relação entre características morfológicas e produção de leite em vacas da raça Gir. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.4, p.423-429, 2010.

LEDIC, I.L.; TETZNER, T.A.D. **Grandezas do Gir Leiteiro: O milagre zootécnico do século XX**. Uberaba: 3 Pinti, 2008. 324 p.

MISSANJO, E.M.; IMBAYARWO, C.; EDWARD, V.; HALIMANI, T.E.; TINYIKO, E. Genetic trends production and somatic cell count for Jersey cattle in Zimbabwe born from 1994 to 2005. **Tropical Animal Health Production**, v.44, p.1921-1925, 2012.

MISZTAL, I.; TSURUTA, S.; LOURENCO, D.; AGUILAR, I.; LEGARRA, A.; VITERIZICA, Z. Manual for BLUPF90 family of programs. 2014. Disponível em: <[http://nce.ads.uga.edu/wiki/lib/exe/fetch.php?media=blupf90\\_all2.pdf](http://nce.ads.uga.edu/wiki/lib/exe/fetch.php?media=blupf90_all2.pdf)>. Acesso em: 11 de Set. 2017, 16:37:00.

OLIVEIRA, D.C.F.; OLIVEIRA, L.R.; SANTOS, G.G.; BRUNELI, F.A.T.; PEIXOTO, G.C.D.; SOUZA, G.H. Tendência genética e fenotípica para produção de leite de acordo com o ano de parto de vacas da raça Guzerá. **Caderno de Ciências Agrárias**, v.7, n.1, 2015.

PANETTO, J.C.C.; VERNEQUE, R.S.; PEIXOTO, M.G.C.D.; BRUNELI, F.A.T.; MACHADO, M.A.; MARTINS, M.F.; SILVA, M.V.G.B.; ARBEX, W.A.; REIS, D. R. de L.; GERALDO, C.C.; MACHADO, C.H.C.; VENTURA, H.T.; PEREIRA, M.A.,

VERCESI FILHO, A.E.; MACIEL, R. da S.; FERNANDES, A.R. **Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro** – Sumário Brasileiro de Touros – Resultado do Teste de Progenie 8<sup>a</sup> Prova de Pré-Seleção de Touros – Maio 2017. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2017, 96p.

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

PEIXOTO, M.G.C.D.; VERNEQUE, R.S.; TEODORO, R.L.; PENNA, V.M.; MARTINEZ, M.L. Genetic trend for milk yield in Guzerat herds participating in progeny testing and MOET nucleus schemes. **Genetics and Molecular Research**, v.5, p.454-465, 2006.

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

PRATA, M.A.; FARO, L.E.; MOREIRA, H.L.; VERNEQUE, R.S.; VERCESI FILHO, A.E.; PEIXOTO, M.G.C.D.; CARDOSO, V.L. Genetic parameters for milk production traits and breeding goals for Gir dairy cattle in Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v.14, n.4, p.12585-12594, 2015.

REIS FILHO, J.C.; VERNEQUE, R.S.; TORRES, R.A.; LOPES, P.S.; RAIDAN, F.S.S.; TORAL, F.L.B. Inbreeding on productive and reproductive traits of dairy Gir cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.44, v.5, p.174-179, 2015.

RENDEL, J.M.; ROBERTSON, A. Estimation of genetic gain in milk yield by selection in a closed herd of dairy cattle. **Journal of Genetics**, v.50, p.1-8, 1950.

SANTANA, M.L.Jr.; PEREIRA, R.J.; BIGNARDI, A.B.; VERCESI FILHO, A.E.; MENÉNDEZ-BUXADERA, A.; EL FARO, L. Detrimental effect of selection for milk yield on genetic tolerance to heat stress in purebred Zebu cattle: Genetic parameters and trends. **Journal of Dairy Science**, v.98, n.12, p.9035-9043, 2015.

SANTOS, D.J.A.; PEIXOTO, M.G.C.D.; BORQUIS, R.R.A.; VERNEQUE, R.S.; PANETTO, J.C.C.; TONHATI, H. Genetic parameters for test-day milk yield, 305-day Milk yield, and lactation length in Guzerat cows. **Livestock Science**, v.152, p.114–119, 2013.

SANTOS, R. **Zebu**: A pecuária sustentável – Edição comemorativa dos 75 anos de Registro Genealógico e 80 anos da ABCZ. Uberaba: Agropecuária Tropical, 2013. 856 p.

SARGOLZAEI, M.; IWASAKI, H.; COLLEAU, J.J. CFC: A tool for monitoring genetic diversity. **In**: Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, 2006.

SILVA, M.V.G.B.; FERREIRA, W.J.; COBUCI, J.A.; GUARAGNA, G.P.; OLIVEIRA, P.R.P. Estimativas de tendência genética para características produtivas em um rebanho do ecótipo Mantiqueira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1466-1475, 2001.

SILVA, R.M.O. **Estimativas de parâmetros genéticos para habilidade de permanência no rebanho e suas associações com características de interesse econômico em vacas da raça Gir Leiteiro**. 2012. 37p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo/AL, 2012

VAN TASSELL, C.P.; VAN VLECK, L.D. Estimates of genetic selection differentials and generation intervals for four paths of selection. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.3, p.1078-1086, 1991.

WENCESLAU, A.A.; LOPES, P.S.; TEODORO, R.L.; VERNEQUE, R.S.; EUCLYDES, R.F.; FERREIRA, W.J.; SILVA, M. de A. Estimación de parâmetros genéticos de medidas de conformação, produção de leite e idade ao primeiro parto em vacas da raça Gir leiteiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.153- 158, 2000.

### **CAPÍTULO III**

## 5 CONCLUSÕES GERAIS

O conhecimento das tendências genéticas torna-se importante para o acompanhamento e para a avaliação das mudanças obtidas pelo processo de seleção, contribuindo, quando necessário, para o redirecionamento das estratégias adotadas por programas e por criadores. A ampla existência de estudos de tendências genéticas em diferentes partes do mundo corrobora e demonstra a relevância de pesquisas desta natureza para a ciência do melhoramento genético e para a produção animal.

Neste trabalho em particular, foi possível observar a ocorrência de favorável progresso genético ao longo do tempo para produção de leite em 305 dias na população pura integrante do Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro (PNMGL), uma raça que teve seu desenvolvimento impulsionado no Brasil e que hoje lidera as exportações de sêmen. Esta relevante mudança genética ficou evidenciada pelas tendências genéticas positivas obtidas tanto para fêmeas e para machos, quanto para as quatro trajetórias de seleção. Ganhos mais expressivos podem ser observados desde o início da década de 90, quando foram divulgados a partir de 1993, os primeiros grupos de touros provados.

A herdabilidade obtida reafirma ser possível ocorrer melhoramento genético para produção de leite por meio de seleção em animais puros da raça Gir Leiteiro. No entanto, para produção de gordura, a herdabilidade encontrada sugere uma possível menor influência genética na expressão desta característica na população de fêmeas puras da raça.

Maior atenção à produção de gordura em 305 dias deverá ser uma estratégia importante para os criadores e utilizadores da raça Gir Leiteiro, devido à crescente valorização dos sólidos (como a gordura) pela indústria. As tendências genéticas para esta característica na população pura considerada neste estudo, embora positivas, foram de baixa magnitude.

As mudanças genéticas nas características lineares de conformação e manejo foram em geral, variáveis e inexpressivas, o que sugere que a seleção na raça Gir Leiteiro tenha sido direcionada essencialmente para maior produção de leite. As herdabilidades obtidas para a maioria das características permitem a perspectiva de melhoramento através de seleção, que quando aliada à realização de acasalamentos corretivos, pode favorecer o progresso genético destes atributos. Comprimento de umbigo, ligamento de úbere anterior e diâmetro das tetas são características que requerem maior atenção, pois demonstraram mudanças genéticas em sentido inverso ao desejável pelo PNMGL.

A provável maior adesão pelos criadores ao uso de reprodutores comprovadamente geneticamente superiores em conjunto principalmente com melhorias ambientais (nutrição e manejo), em especial nos últimos anos, possibilitaram incrementos fenotípicos nas produções de leite e de gordura de bovinos puros da raça Gir Leiteiro no Brasil.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Normalmente, nos rebanhos Gir Leiteiro, os processos de seleção são direcionados para o aumento da produção de leite, o que é compreensível por se tratar de uma raça em desenvolvimento e que precisou estabelecer esta característica em sua população ao longo do tempo.

De acordo com Santana Júnior et al. (2015), o Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro (PNMGL), contribuiu para o crescimento da população e também para o aumento da produção da raça. A publicação dos sumários com as avaliações genéticas possibilitou uma orientação mais segura aos criadores que almejam a obtenção de ganhos genéticos mais significativos em seus plantéis.

As avaliações genéticas obtidas por meio dos programas de melhoramento estão à disposição dos produtores como ferramentas fundamentais para os processos de seleção. Como descrito por Pereira (2012), o melhoramento genético ocorre somente quando os resultados gerados por estas avaliações são usados em programas de seleção e em sistemas de acasalamentos.

Como reportado por Teixeira (1997), a maneira mais provável de um produtor ter acesso aos valores genéticos de seus animais é pela sua participação em um programa de avaliação de vacas e touros. Neste sentido, as ações de fomento, objetivando uma maior adesão dos criadores aos programas de melhoramento, seja para a avaliação de seus próprios animais bem como, para uma efetiva utilização das informações publicadas para as tomadas de decisão nas propriedades, tornam-se extremamente importantes.

A afirmação de Ledic; Tetzner (2008), de que a maior parte do progresso genético observado em gado de leite é advinda da seleção de touros, uma vez que a intensidade de seleção de fêmeas é baixa, reforça a importância de um programa como o PNMGL para a atividade leiteira. De acordo com Teixeira (1997), touros selecionados poderão contribuir com até 90% do melhoramento genético em uma população. Por isso, cabe frisar, que um teste de progênie é uma das formas mais seguras de prever a habilidade de um touro em transmitir sua superioridade genética aos descendentes.

No entanto, a realização do controle leiteiro seletivo (efetuado apenas em animais considerados superiores pelos produtores), tratamentos preferenciais, falhas evidentes de escrituração zootécnica, utilização de outras informações (como somente a genealogia, desempenho individual ou premiações em concursos leiteiros/julgamentos) em detrimento das avaliações genéticas para as decisões, são alguns dos desafios a serem superados para o aprimoramento das avaliações genéticas e para a conquista de progressos genéticos ainda mais expressivos na raça Gir Leiteiro.

O regulamento do PNMGL sofreu alterações importantes ao passar dos anos, diminuindo o foco na produção absoluta da mãe dos touros e valorizando mais os valores genéticos. A incorporação da prova de pré-seleção de touros para o teste de progênie, realizada desde 2009 na Fazu em Uberaba (MG), veio a contribuir positivamente para o teste, uma vez que os reprodutores candidatos são previamente avaliados e selecionados por

características reprodutivas, temperamento, de conformação e de desenvolvimento.

É importante ressaltar o papel notável exercido pela Embrapa Gado de Leite na condução dos programas de melhoramento genético das raças bovinas leiteiras que tiveram desenvolvimento impulsionado no Brasil, como o Gir Leiteiro. Juntamente com a ABCGIL e outras organizações parceiras, a entidade mantém um suporte técnico em todas as etapas da realização do teste de progênie, além da manutenção dos bancos de dados, assim como a realização das avaliações genéticas dos animais, fornecendo ferramentas imprescindíveis aos produtores para a melhoria do rebanho leiteiro brasileiro.

Fatores como a caracterização da atividade leiteira brasileira, o potencial zootécnico e exportador da raça, a vocação de seus criadores e o trabalho das instituições que a amparam, não deixam dúvidas quanto às perspectivas favoráveis para o crescimento do Gir Leiteiro na produção de leite em vários países de clima tropical e subtropical. Neste cenário, caberá cada vez mais ao Brasil o papel de produzir e fornecer material genético de animais avaliados e provados geneticamente para um modelo de pecuária leiteira cada vez mais emergente, economicamente viável e sustentável.

## 7 REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, C. V. et al. Tendência Genética para Características Produtivas em Bovinos da Raça Pardo-Suíça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1872-1877, 2003.
- ASBIA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL. **Relatório Índex 2014**. [2014]. Disponível em: <<http://www.asbia.org.br/novo/relatorios/>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- ASSIS, R. E. F. **Evolução da espécie *Bos taurus* e formação das Raças Zebuínas (*Bos taurus indicus*) com ênfase na Raça Nelore**. 2007. 101 p. Monografia (Especialização em Julgamento das Raças Zebuínas) – Faculdades Associadas de Uberaba, Uberaba, SP, 2007.
- BOLIGON, A. A. et al. Herdabilidade e Tendência Genética para as Produções de Leite e de Gordura em Rebanhos da Raça Holandesa no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1512-1518, 2005.
- BOLIGON, A. A. et al. Herdabilidades para ganho de peso da desmama ao sobreano e perímetro escrotal ao sobreano e tendências genética e fenotípica para ganho de peso da desmama ao sobreano em bovinos Nelore-Angus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1323-1328, 2006.
- BRCKO, C. C. **Estimativas de parâmetros genéticos para Produção de leite e idade ao primeiro parto em Vacas da raça Pardo-Suíça utilizando amostrador de gibbs**. 2008. 38 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2008.
- BURNSIDE, E. B.; LEGATES, J. E. Estimation of genetic trends in dairy cattle populations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 50, n. 9, p. 1448-1457, 1967.
- CAMPOS, R. V. et al. Genetic parameters for type traits in Holstein cows in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 10, p. 2150-2161, 2012.
- CAMPOS, L. T. **Tendências genéticas e seleção para eficiência a desmama em bovinos da raça Aberdeen Angus**. 2011. 83 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2011.
- CANAZA-CAYO, A. W. et al. Genetic trend estimates for milk yield production and fertility traits of the Girolando cattle in Brazil. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 190, p.113–122, 2016.

CANDA, R. A. **Seleção para características de leite e corte em animais da raça Guzerá nos rebanhos de duplo propósito**. 2014. 116 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2014.

CORRÊA, M. B. B.; DIONELLO, N. J. L.; CARDOSO, F. F. Estimativa de parâmetros genéticos, componentes de (co) variância e tendências genéticas e fenotípicas para características produtivas pré-desmama em bovinos Devon no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 997-1004, 2006.

CRUZ, V. A. R. et al. Parâmetros genéticos da curva de produção de ovos de uma linha fêmea de frango de corte. **Ciência Rural** [online], Santa Maria, v. 43, n. 3, p. 520-523, 2013.

DURÃES, M. C. et al. Tendência genética para a produção de leite e de gordura em rebanhos da raça Holandesa no estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 66-70, 2001.

FELIUS, M. **Genus Bos: Cattle Breeds of the World**. Rahway: Merck & Co, 1985. 234p.

FERNANDES, H. D.; FERREIRA, G. B. B.; RORATO, P. R. N. Tendências e parâmetros genéticos para características pré-desmama em bovinos da raça Charolês criados no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 321-330, 2002.

FERRAZ FILHO, P. B. et al. Tendência genética em pesos de bovinos da raça Nelore Mocha no Brasil. **Arquivo de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar**, Umuarama, v. 5, n. 1, p. 009-013, 2002.

FERREIRA, W. J. **Estudo de tendência genética e de medidas de longevidade em bovinos da raça Holandesa no estado de Minas Gerais**. 2003. 96 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2003.

FERREIRA, W. J. et al. Estimação de tendência genética para produção de leite na raça Holandesa no estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 4, p. 599-606, 2006.

FORNI, S.; FEDERICI, J. F.; ALBUQUERQUE, L. G. Tendências genéticas para escores visuais de conformação, precocidade e musculatura à desmama de bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 572-577, 2007.

GAYA, L. G. **Estudo genético da qualidade de carne em linhagem macho de frangos de corte**. 2006. 127p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade

de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 2006.

GIBSON K. D.; DECHOW C. D. Genetic parameters for yield, fitness, and type traits in US Brown Swiss dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 101, p. 1251–1257, 2018.

GONÇALVES, H. C. et al. Parâmetros e Tendência Genética da Produção de Leite de Cabra no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 2204-2208, 2002.

GROEN, A. F. et al. Economic value in dairy cattle breeding, with special reference to functional traits. Report of an EAAP- working group. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 49, p. 1-21, 1997.

GRUPIONI, N. V. et al. Parâmetros genéticos e tendências genéticas para características reprodutivas e de crescimento testicular em bovinos Guzerá. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 2, p. 152 – 160, 2015.

HANSEN, L. B. Symposium: selection for Milk yield – Consequences of selection for milk yield from a geneticist's viewpoint. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 83, p.1145-1150, 2000.

HERRERA, L. G. G. et al. Parâmetros genéticos para produção de leite no dia do controle e para produção de leite até 305 dias nas primeiras lactações de vacas da raça Gir. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 10, p. 1774-1780, 2008.

HOSSEIN-ZADEH N. G. Genetic and phenotypic trends for age at first calving and milk yield and compositions in Holstein dairy cows. **Archiv Tierzucht**, Dummerstorf, v. 54, n. 4, p. 338-347, 2011.

KRUSZYŃSKI, W.; PAWLINA, E.; SZEWCZUK, M. Genetic analysis of values, trends and relations between conformation and milk traits in Polish Holstein-Friesian cows. **Archiv Tierzucht**, Dummerstorf, v. 56, n. 52, p. 536-546, 2013.

LACERDA, J. J. D. **Parâmetros e tendências genéticas para características de crescimento em bovinos da raça Nelore no estado da Bahia utilizando inferência bayesiana**. 2013. 61p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, 2013.

LAGROTTA, M. R. et al. Relação entre características morfológicas e produção de leite em vacas da raça Gir. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 4, p. 423–429, 2010.

LEDIC, I. L.; TETZNER, T. A. D. **Grandezas do Gir Leiteiro: O milagre zootécnico do século XX**. Uberaba: 3 Pinti, 2008. 324 p.

LIRA, T. S. et al. Tendências genéticas para características de crescimento em rebanhos Nelore criados na região do trópico úmido do Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 14, n. 1, p. 23-31, 2013.

LOPES, J. S. et al. Parâmetros genéticos e tendências genética e fenotípica para características de crescimento em uma população da raça Brangus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 662-669, 2009.

LOURENÇO, F. F. et al. Estudos genéticos sobre a leitegada em suínos da raça Landrace criados no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 9, p. 1601-1606, 2008.

MALHADO, C. H. M. et al. Parâmetros e tendências da produção de leite em bubalinos da raça Murrah no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 376-379, 2007.

McMANUS, C.; SAUERESSIG, M. G. Estudo de Características Lineares de Tipo em Gado Holandês em Confinamento Total no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 906-915, 1998.

MISSANJO, E. M. et al. Genetic trends production and somatic cell count for Jersey cattle in Zimbabwe born from 1994 to 2005. **Tropical Animal Health and Production**, London, v. 44, p. 1921–1925, 2012.

MUSANI, S. K.; MAYER, M. Genetic and environmental trends in a large commercial Jersey herd in the Central Rift Valley, Kenya. **Tropical Animal Health and Production**, London, v. 29, n. 2, p. 108-116, 1997.

OLIVEIRA, D. C. F. et al. Tendência genética e fenotípica para produção de leite de acordo com o ano de parto de vacas da raça Guzerá. **Caderno de Ciências Agrárias**, Montes Claros, v. 7, n. 1, 2015.

OLIVEIRA, J. A.; LÔBO, R. B.; OLIVEIRA, H. N. Tendência genética em pesos e ganhos em peso de bovinos da raça Guzerá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 11, p. 1355-1360, 1995.

PANETTO, J. C. C. et al. **Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro** – Sumário Brasileiro de Touros – Resultado do Teste de Progênie 8<sup>a</sup> Prova de Pré-Seleção de Touros – Maio 2017. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2017, 96p.

PARVEEN, K. et al. Genetic analysis of trends in production and reproduction traits over years using regression methods in Sahiwal cows. **Indian Journal of Animal Sciences**, New Delhi, v. 88, n.3, p. 344–351, 2018.

PAULA, M. C. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para produção e composição do leite de vacas da raça Holandesa no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 824-828, 2008.

- PEIXOTO, M. G. C. D. et al. Genétic trend for milk yield in Guzerat herds participating in progeny testing and MOET nucleus schemes. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 5, p. 454-465, 2006.
- PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. 6. ed. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2012. 758 p.
- PIRES, A. V. et al. Tendências genéticas dos efeitos genéticos direto e materno em características reprodutivas de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1689-1697, 2000.
- PIRES, M. P. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para características de crescimento em ovinos da raça Suffolk no Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 67, n. 4, p. 1119-1124, 2015.
- PITA, F. V. C.; ALBUQUERQUE, L. G. Resposta à Seleção para Características de Desempenho em um Rebanho de Seleção de Suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 2009-2016, 2001.
- PORTO, E. P. et al. Respostas à seleção de características de desempenho em tilápia-do-nylo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 9, p. 745-752, 2015.
- PRATA, M. A. et al. Genetic parameters for milk production traits and breeding goals for Gir dairy cattle in Brazil. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 4, p. 12585-12594, 2015.
- RAMATSOMA, N. I. et al. Evaluation of genetic trends for traits of economic importance in South African Holstein cattle. **South African Journal of Animal Science**, Hatfield, v. 44, n. 1, 2014.
- RAMOS, A. DE A. et al. Caracterização fenotípica e genética da produção de leite e do intervalo entre partos em bubalinos da raça Murrah. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 8, p. 1261-1267, 2006.
- REIS FILHO, J. C. et al. Inbreeding on productive and reproductive traits of dairy Gir cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 44, n. 5, p. 174-179, 2015.
- SANTANA JR, M. L. et al. Parâmetros genéticos de características reprodutivas de touros e vacas Gir Leiteiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 8, p.1 717-1722, 2010.
- SANTANA JR, M. L. et al. Detrimental effect of selection for milk yield on genetic tolerance to heat stress in purebred Zebu cattle: genetic parameters and trends. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 98, p. 9035-9043, 2015.

SANTOS, D. J. A. et al. Genetic parameters for test-day milk yield, 305-day Milk yield, and lactation length in Guzerat cows. **Livestock Science**, Amsterdam, v.152, p.114–119, 2013.

SANTOS, R. **Zebu: a pecuária sustentável – edição comemorativa dos 75 anos de Registro Genealógico e 80 anos da ABCZ**. Uberaba: Agropecuária Tropical, 2013. 856 p.

SANTOS, R. **Zebu: do Zri-Bhu ao Zebu: o gado sagrado na Índia e no Brasil**. Uberaba: Pinti, 2015. 864p.

SILVA, R. M. O. **Estimativas de parâmetros genéticos para habilidade de permanência no rebanho e suas associações com características de interesse econômico em vacas da raça Gir Leiteiro**. 2012. 37p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, 2012.

SOUZA, J. C. et al. Parâmetros e tendência genética de peso de bovinos criados á pasto no Brasil. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 60, n. 231, p. 457-465, 2011.

STUMPF, M. T. **Respostas biológicas de bovinos das raças Holandesa e Girolando sob estresse térmico**. 2014. 66p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2014.

TEIXEIRA. N. M. **Melhoramento genético de gado de leite - seleção de vacas e touros**. Juiz de Fora. MG: Embrapa-CNPGC, 1997. 40p.

VAYEGO, S. A.; DIONELLO, N. J. L.; FIGUEIREDO, E. A. P. Estimativas de parâmetros e tendências genéticas para algumas características de importância econômica em linhagem paterna de frangos de corte sob seleção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1230-1235, 2008.

VÁZQUEZ, J. A. T. et al. Tendencias genéticas y fenotípicas para características de producción y composición de la leche em cabras Saanen de México. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias**, Morelos, v. 1, n. 4, p. 337-348, 2010.

VERDE, O. G. et al. Genetic trends in milk production in Florida Dairy Herd improvement Association Herds. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 55, n. 7, p. 1010-1012, 1972.

WEBER, T. et al. Parâmetros genéticos e tendências genéticas e fenotípicas para características produtivas e de conformação na fase pré-desmama em uma população da raça Aberdeen Angus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 5, p. 832-842, 2009.

WENCESLAU, A. A. et al. Estimação de parâmetros genéticos de medidas de conformação, produção de leite e idade ao primeiro parto em vacas da raça Gir leiteiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p. 153-158, 2000.

## APÊNDICE A – TABELA DE ESTRUTURAÇÃO DO BANCO DE DADOS

Restrição	Leite	Gordura	Conformação e manejo
	Animais eliminados		
Eliminação de animais com pai e mãe desconhecidos	3.473	3.473	138
Eliminação de animais com pai desconhecido	119	47	12
Eliminação de animais mestiços	12.197	12.197	0
Eliminação de animais com causas de secagem anormais	698	698	0
Eliminação de animais com anos de parto inferiores a 1983 e superiores a 2015 <sup>1</sup>	2.396	2.396	0
Eliminação de animais com produções de leite fora do intervalo de 1.240kg a 7.000kg <sup>1</sup>	2.765	0	0
Eliminação de animais com produções de gordura fora do intervalo de 36kg a 278kg <sup>1</sup>	0	11.846	0
Eliminação de animais com idade ao parto superior a 66 meses <sup>1</sup>	3.654	1.176	0
Eliminação de animais nascidos fora do período de 1979 a 2010 <sup>1</sup>	0	55	0
Eliminação de animais nascidos fora do período de 1999 a 2012 <sup>1</sup>	0	0	25
Eliminação de avaliações repetidas	0	0	2.859
Eliminação de avaliações incompletas <sup>2</sup>	0	0	3.573
Eliminação de animais avaliados fora do período de 2005 a 2015	0	0	2
Eliminação de animais avaliados com idade em meses fora da faixa de 29 a 64 meses <sup>1</sup>	0	0	296
Restrições de grupos contemporâneos	2.854	1.072	641
Total de animais considerados nas análises	8.187	3.383	1.848

<sup>1</sup> Limites determinados após teste de normalidade

<sup>2</sup> Vacas que não continham avaliação em todas as características de conformação e manejo

## APÊNDICE B - FIGURAS DE TENDÊNCIAS GENÉTICAS PARA AS CARACTERÍSTICAS LINEARES DE CONFORMAÇÃO E MANEJO

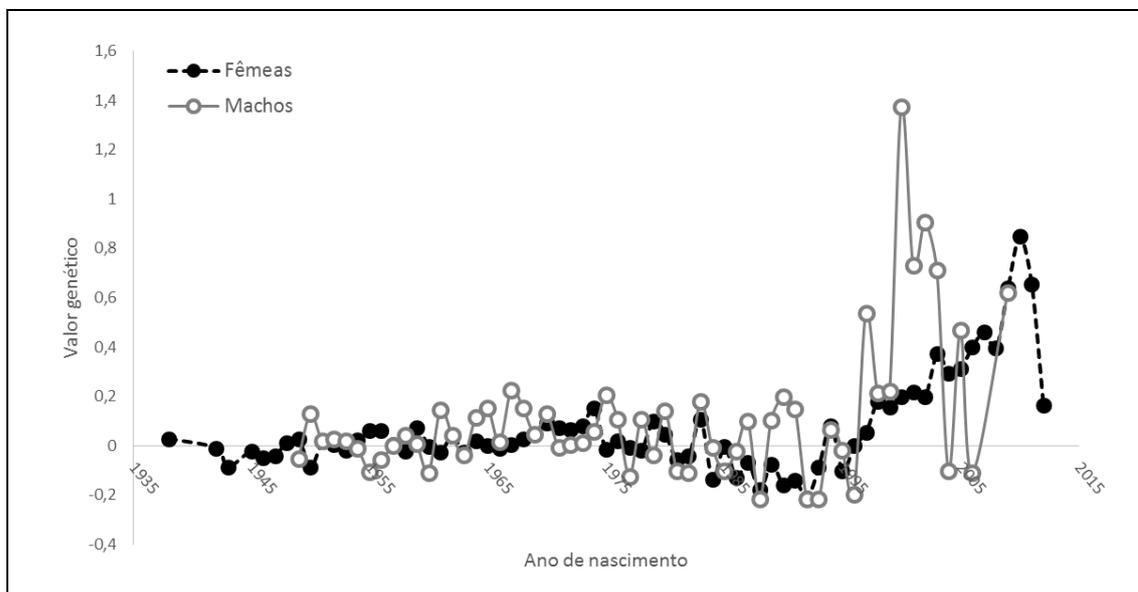


Figura 17 - Tendências genéticas para a característica de altura da garupa.

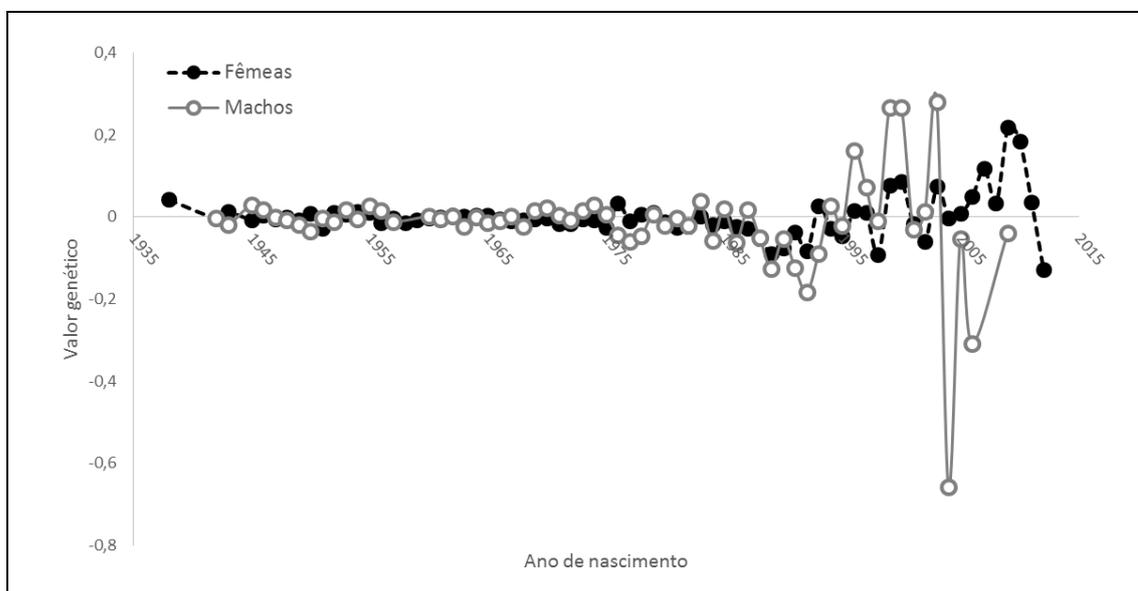
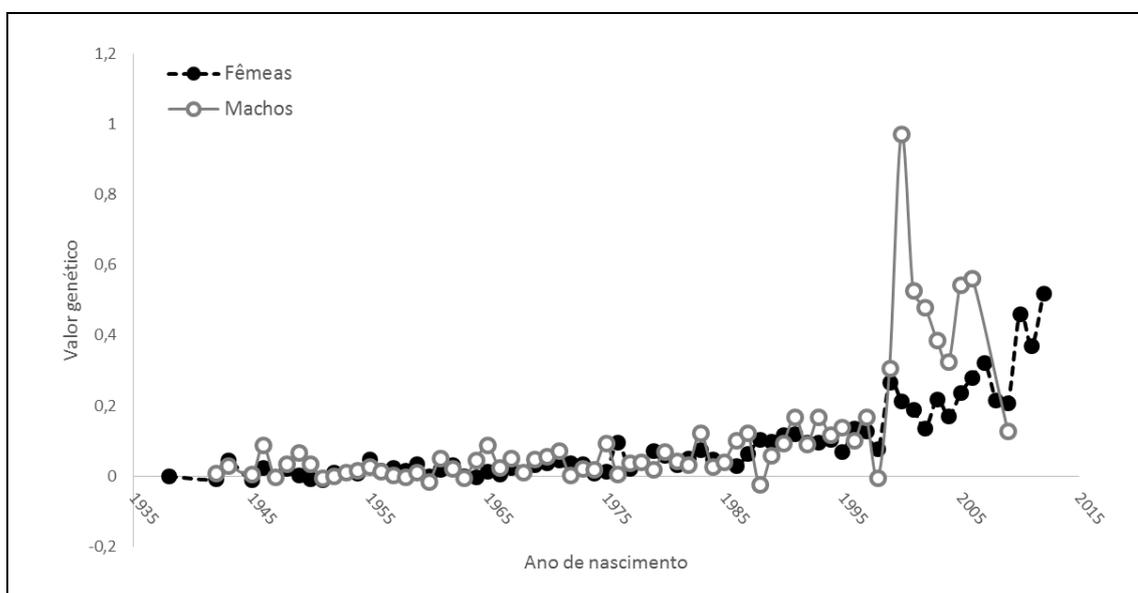
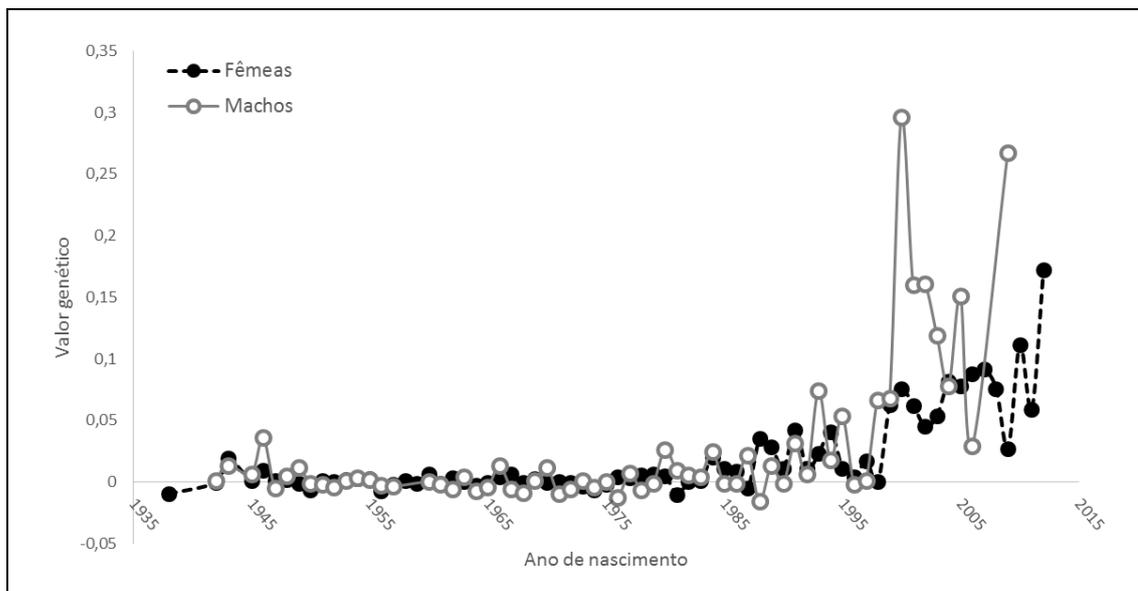
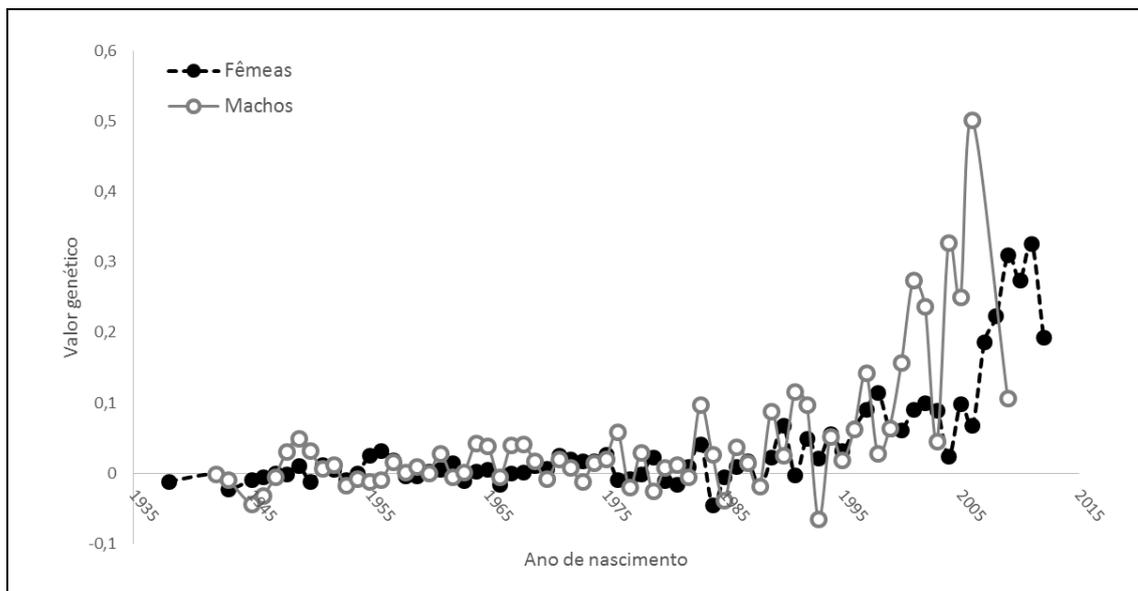
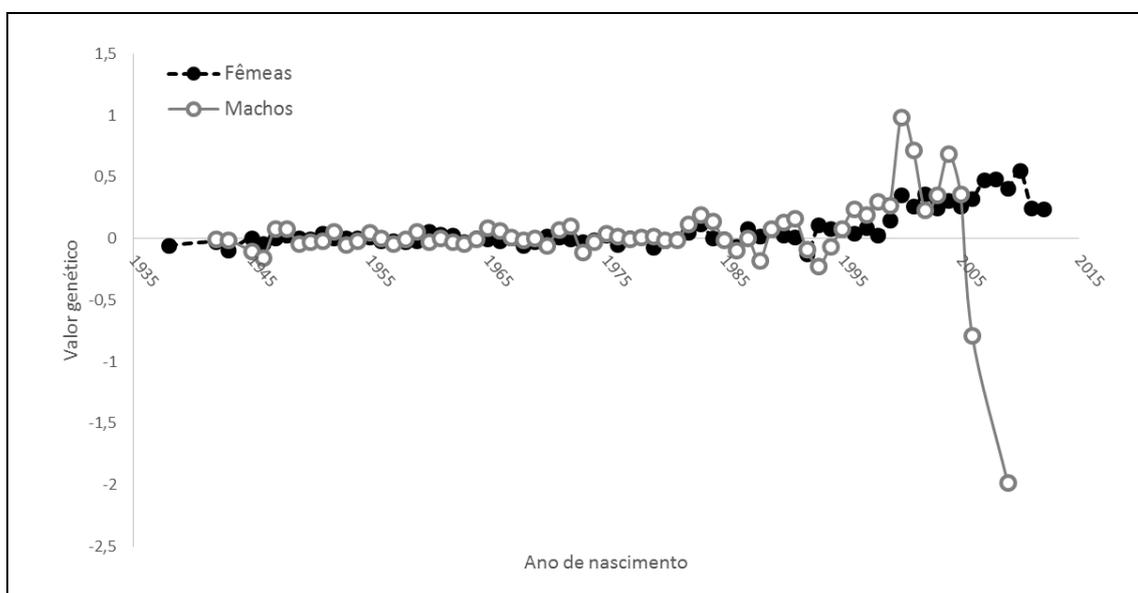


Figura 18 - Tendências genéticas para a característica de ângulo da garupa.

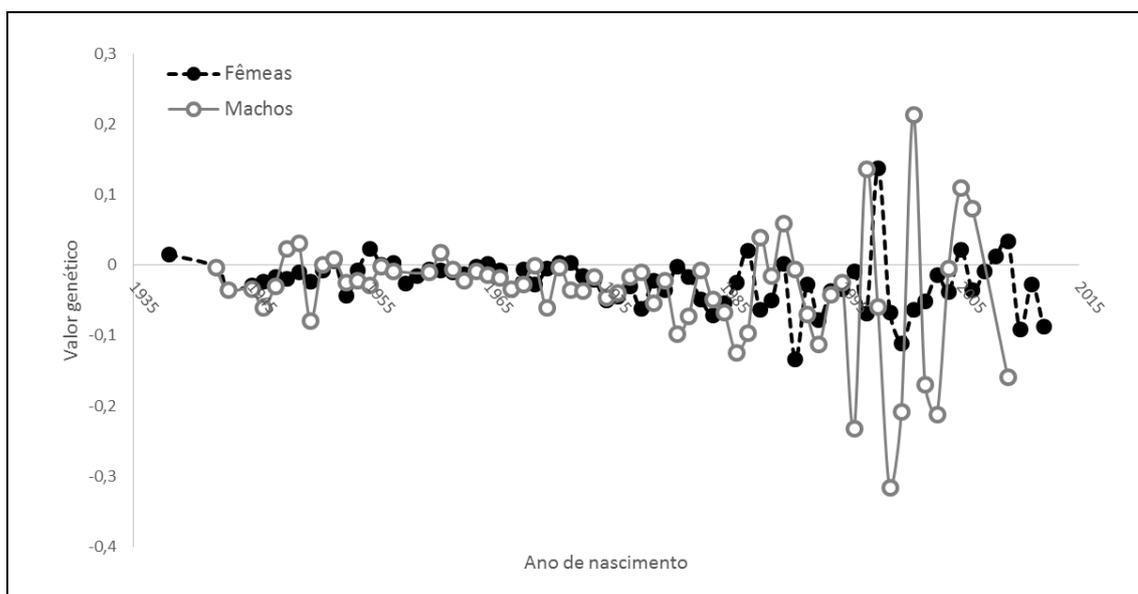




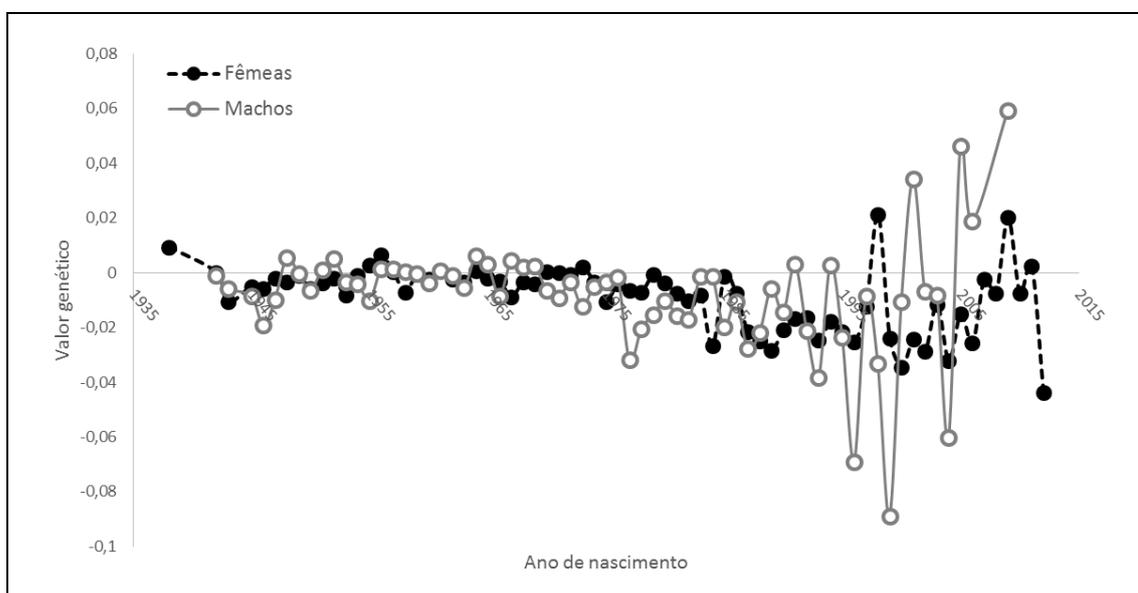
**Figura 21 - Tendências genéticas para a característica de comprimento da garupa.**



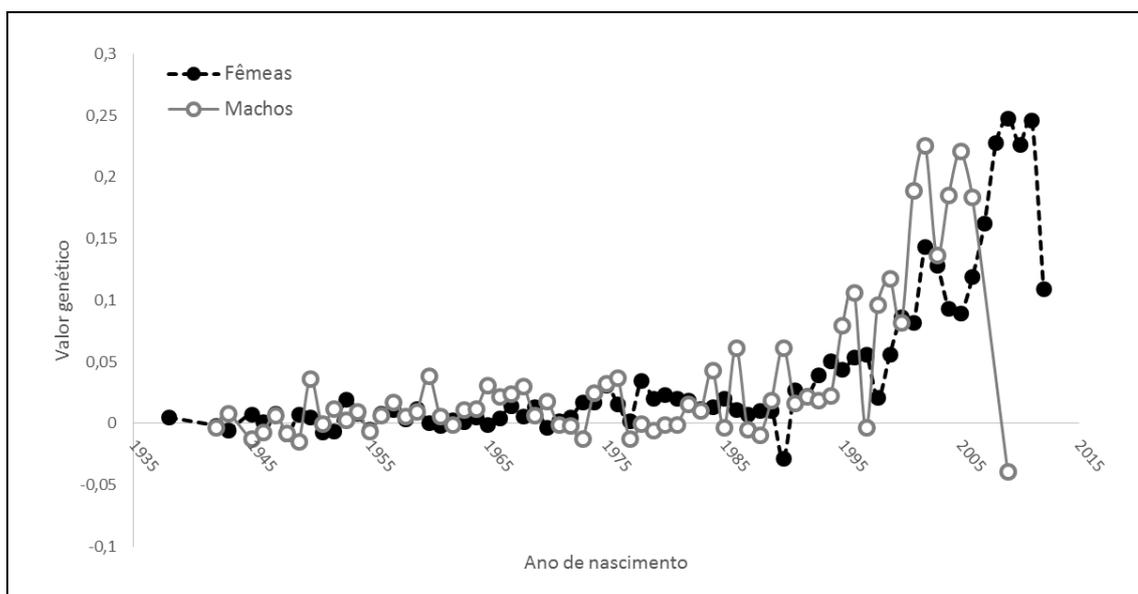
**Figura 22 - Tendências genéticas para a característica de comprimento do umbigo.**



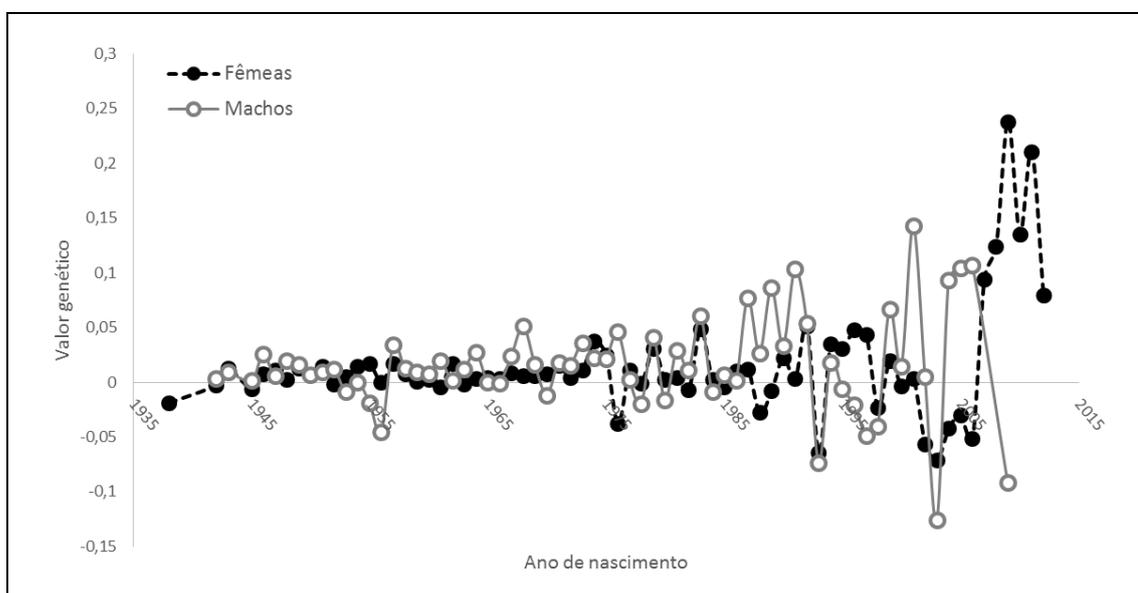
**Figura 23 - Tendências genéticas para a característica de comprimento dos tetos.**



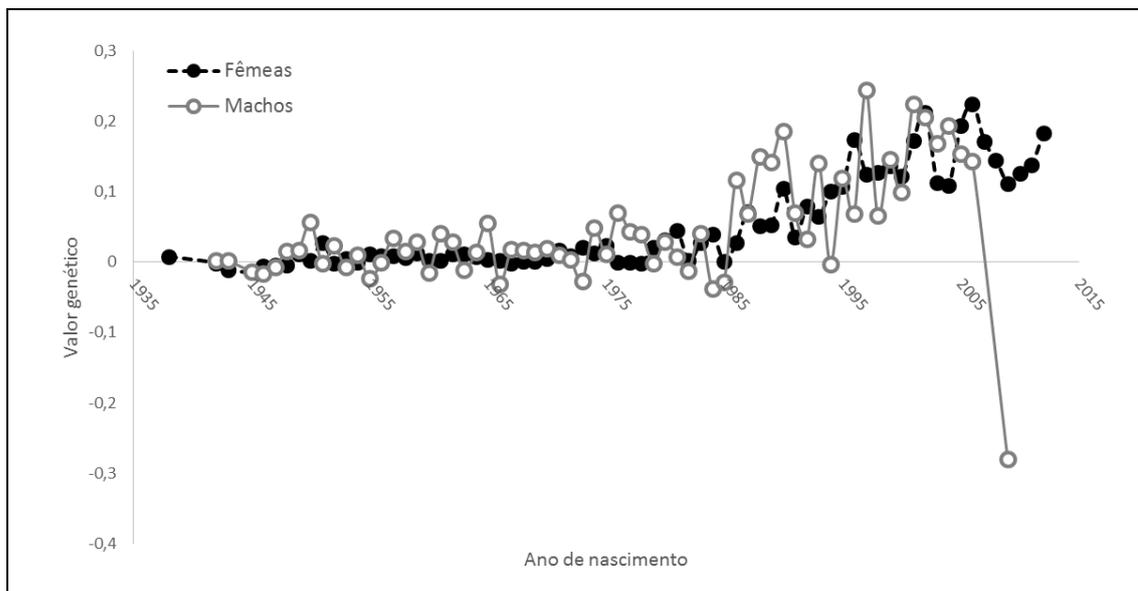
**Figura 24 - Tendências genéticas para a característica de diâmetro dos tetos.**



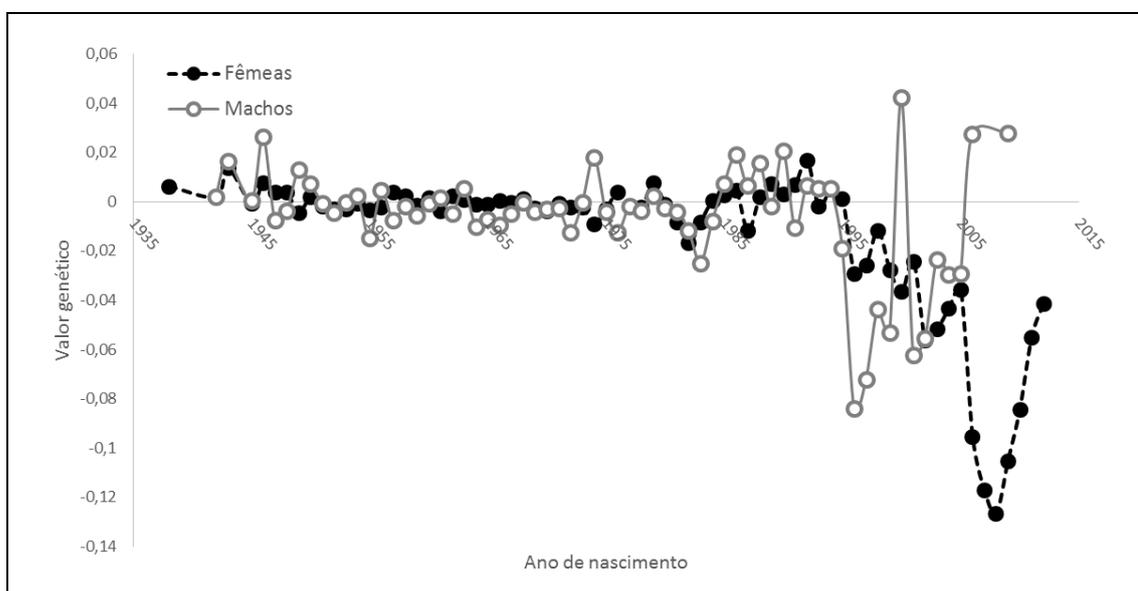
**Figura 25 - Tendências genéticas para a característica de largura de úbere posterior.**



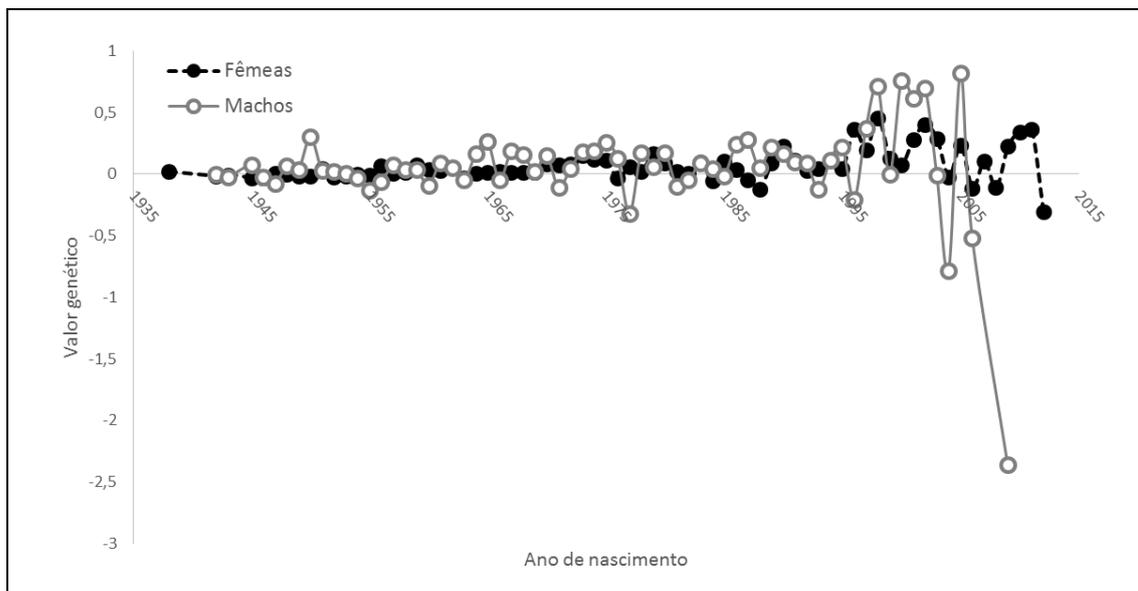
**Figura 26 - Tendências genéticas para a característica de largura entre ílios.**



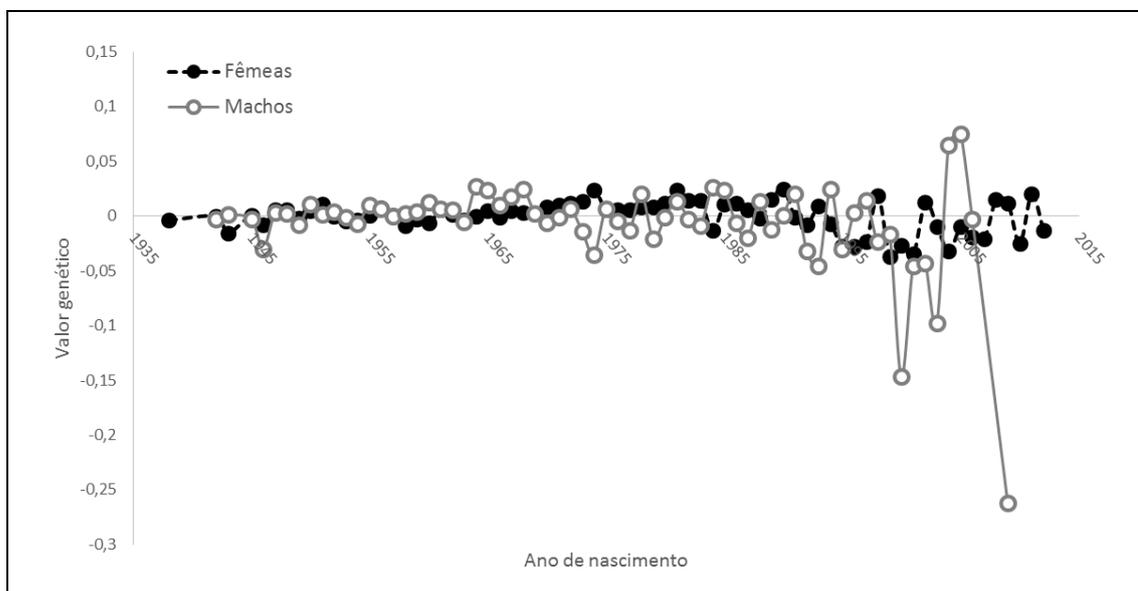
**Figura 27 - Tendências genéticas para a característica de largura entre ísquios.**



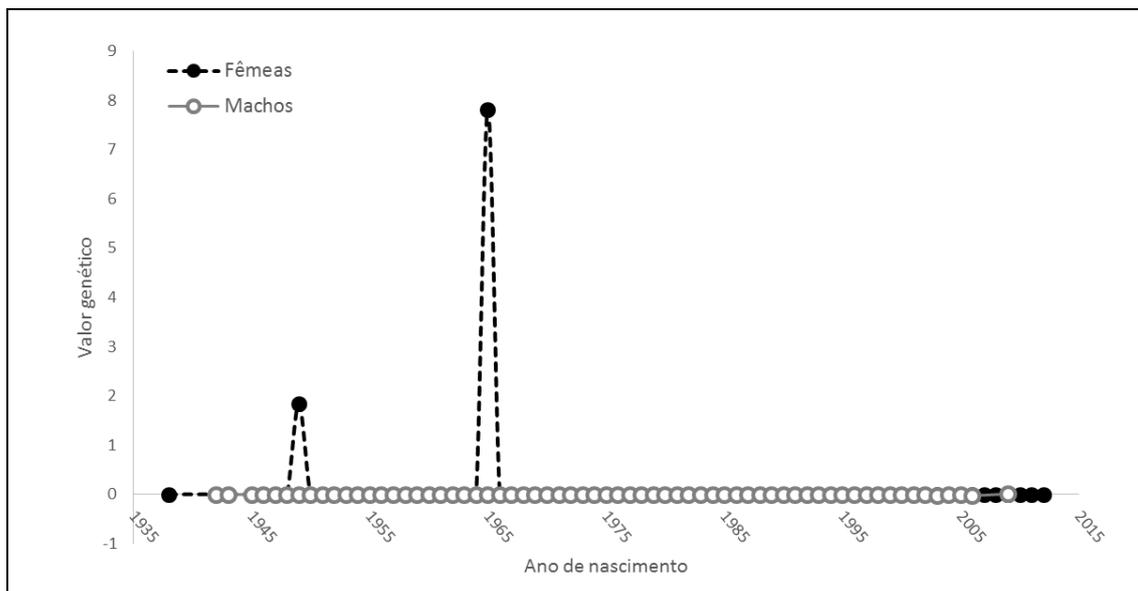
**Figura 28 - Tendências genéticas para a característica de ligamento de úbere anterior.**



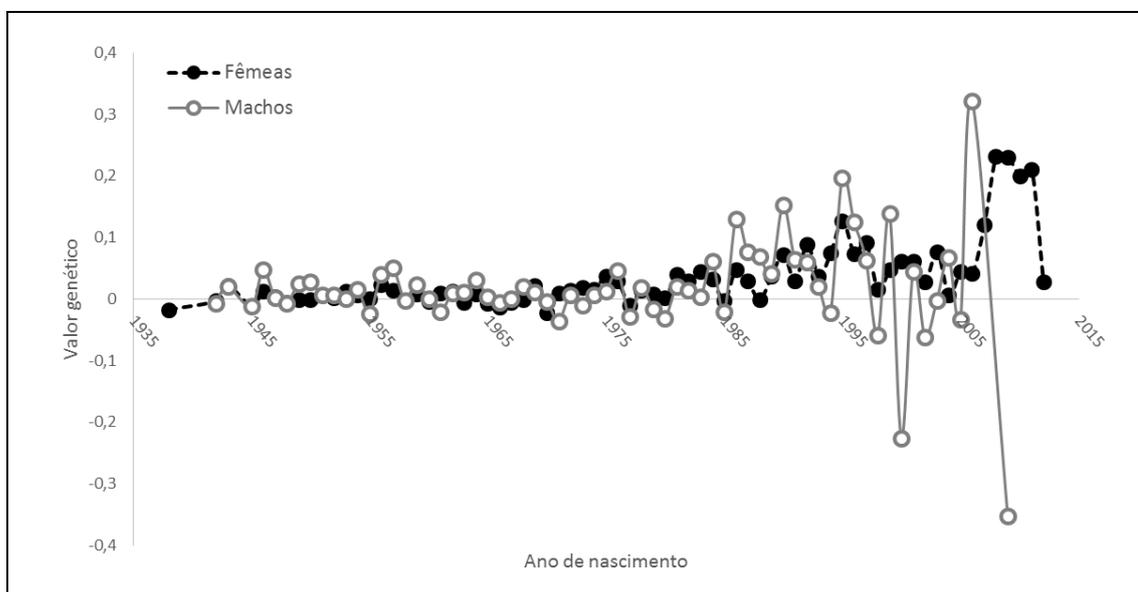
**Figura 29 - Tendências genéticas para a característica de perímetro torácico.**



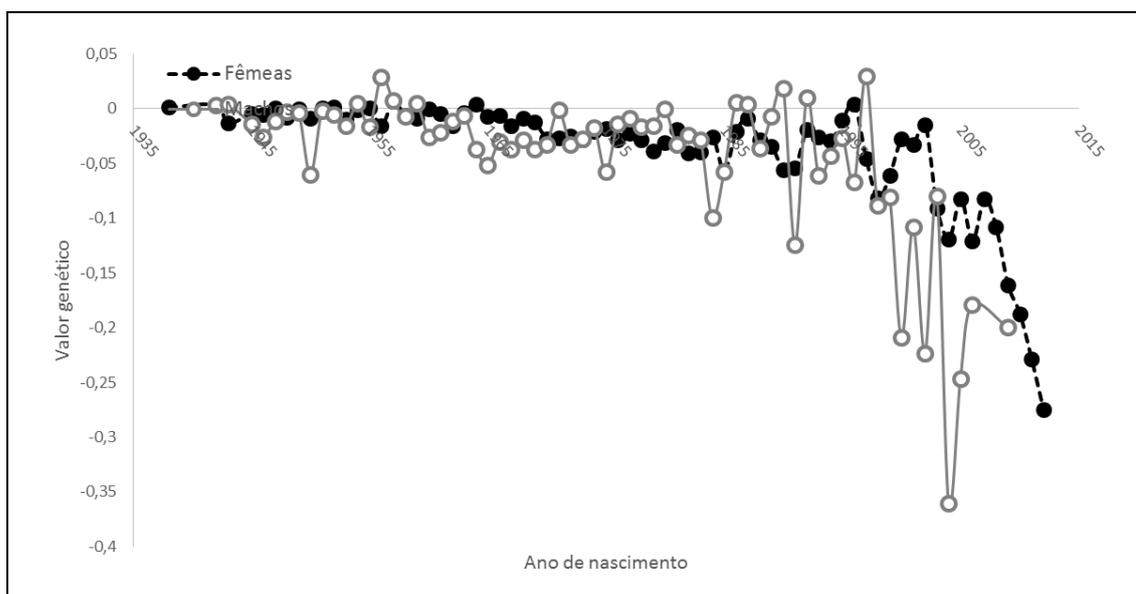
**Figura 30 - Tendências genéticas para a característica de posição de pernas vistas lateralmente.**



**Figura 31 - Tendências genéticas para a característica de posição de pernas vistas por trás.**



**Figura 32 - Tendências genéticas para a característica de profundidade de úbere.**



**Figura 33 - Tendências genéticas para a característica de temperamento.**

## 9 VITA

Nathã Silva de Carvalho, nascido em 5 de dezembro de 1990 em Alegrete (RS), filho único de Eloé Mendes de Carvalho e de Silvia Regina Silva de Carvalho, iniciou suas atividades em 2002, intitulando-se como “pesquisador de raças bovinas”. Aos 12 anos começou como repórter mirim das revistas Melhor, Brahman Repórter, Cavalos e Nelore, produzidas pela editora DBO Sul editores associados. Atuou como colaborador na produção de reportagens para a revista O Brahman no Brasil em 2007 e 2008 e para a revista Brahman News em 2009. Assinou a coluna Agropecuária em Destaque, nos jornais Gazeta de Alegrete e Diário de Alegrete por cinco anos. Foi editor do portal Pecuária Brasil.com em 2007 e 2008, assessor de comunicação da Associação Brasileira de Brangus e editor do jornal Brangus Repórter em 2010 e 2011. Atuou como Agro-Correspondente no Rio Grande do Sul e editor do Publique News para o Grupo Publique (empresa especializada em marketing no agronegócio) de 2011 a 2014. Atualmente é colunista do portal Milk Point, além de atuar como colaborador em associações de raça, exercendo as funções de gerente executivo e conselheiro técnico no Núcleo Gaúcho de Criadores de Gir Leiteiro (desde 2009), gerente executivo na Associação dos Criadores Gaúchos de Zebu (desde 2012) e também como coordenador de fomento da Agropecuária Doce Vida de Alegrete (desde 2015). Em 2015, graduou-se em Bacharelado em Zootecnia pelo Instituto Federal Farroupilha (IFFar) Campus Alegrete. Também no IFFar foi monitor das disciplinas de Genética Animal e Preparação e julgamento de animais de exposição no curso superior de Zootecnia, além de ter sido bolsista do Programa de Apoio à Iniciação Científica no Ensino Superior (PAIC-ES). Atualmente também é discente do Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em nível de Mestrado com ênfase em Melhoramento Genético Animal, sob a orientação do Prof. Dr. Jaime Araújo Cobuci.