



Classificação Fenotípica para Fêmeas Gir Leiteiro em Provas de Produção de Leite a Pasto



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura e Pecuária**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
403**

**Classificação Fenotípica para
Fêmeas Gir Leiteiro em Provas de
Produção de Leite a Pasto**

*Carlos Frederico Martins
Ludmilla Costa Brunes
Mariana Alencar Pereira
Marcelo Ricardo de Toledo
Cláudio Ulhoa Magnabosco
Isabel Cristina Ferreira*

Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília / Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970, Planaltina, DF
Fone: (61) 3388-9898
www.embrapa.br/cerrados
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente
Lineu Neiva Rodrigues

Secretário-executivo
Gustavo José Braga

Secretária
Alessandra Silva Gelape Faleiro

Membros
Alessandra Silva Gelape Faleiro
Alexandre Specht
Edson Eyji Sano
Gustavo José Braga
Fábio Gelape Faleiro
Jussara Flores de Oliveira Arbues
Kleberon Worsley Souza
Maria Madalena Rinaldi
Shirley da Luz Soares Araújo

Supervisão editorial e revisão de texto
Jussara Flores de Oliveira Arbues

Normalização bibliográfica
Shirley da Luz Soares Araújo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica e tratamento de imagens
Renato Berlim Fonseca

Foto da capa
Breno Rodrigues Lobato

Impressão e acabamento
Alexandre Moreira Veloso

1ª edição

1ª impressão (2023): 30 exemplares
Publicação digital (2023): PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Embrapa Cerrados

C39 Classificação fenotípica para fêmeas Gir Leiteiro em provas de produção de leite a pasto / Carlos Frederico Martins ... [et al.]. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2023.

29 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X, e-ISSN 2176-509X, 403).

1. Gado leiteiro. 2. Doença de planta. 3. Melhoramento genético animal
I. Martins, Carlos Frederico. II. Embrapa Cerrados. III. Série.

CDD (21 ed.) 636.2142

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	13
Conclusões.....	26
Referências	27

Classificação Fenotípica para Fêmeas Gir Leiteiro em Provas de Produção de Leite a Pasto

Carlos Frederico Martins¹

Ludmilla Costa Brunes²

Mariana Alencar Pereira³

Marcelo Ricardo de Toledo⁴

Cláudio Ulhoa Magnabosco⁵

Isabel Cristina Ferreira⁶

Resumo – Os índices fenotípicos em provas de desempenho padronizadas permitem identificar animais superiores geneticamente na pecuária leiteira. Este estudo buscou validar o melhor índice para classificação de animais na prova de produção de leite a pasto (PPLP). Foram analisadas características produtivas, reprodutivas, qualidade do leite e funcionais, usando dados de 73 fêmeas Gir leiteira em cinco edições da PPLP do Zebu Leiteiro pela Embrapa Cerrados. Compararam-se quatro índices por análise de sensibilidade e correlações de Spearman. A produção de leite (PL305) foi a característica mais influente nos índices. Enquanto os índices 1, 2 e 3 foram influenciados principalmente pela persistência de lactação (PERS) e pelo intervalo entre parto e concepção (IEPC), o índice 4 teve maior influência na PERS, idade ao primeiro parto (IPP) e IEPC. Coeficientes de correlação mostraram variação na classificação das fêmeas nas provas. O índice 4, com pesos diferentes para cada característica, foi considerado mais equilibrado e menos influenciado de forma extrema por uma característica específica. Ele permite identificar animais com alta produção leiteira, precocidade sexual, fertilidade e maior persistência de lactação.

Termos para indexação: análise de sensibilidade, bovinos leiteiros, características funcionais, qualidade do leite, melhoramento genético, reprodução.

¹Médico-veterinário, doutor em Biologia Molecular, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

²Zootecnista, doutora em Zootecnia, pesquisadora da Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal, Brasília, DF

³Zootecnista, técnica da Associação Brasileira de Criadores de Zebu, Uberaba, MG

⁴Zootecnista, superintendente técnico da Associação Brasileira de Criadores de Zebu, Uberaba, MG

⁵Zootecnista, doutor em Ciências (Genética), pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

⁶Médica-veterinária, doutora em Zootecnia, pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Phenotypic Classification Index of Dairy Gir Females in Pasture Milk Production Tests

Abstract – Phenotypic indices in standardized performance tests allow the identification of genetically superior animals in dairy farming. This study aimed to validate the best index for classifying animals in tests of milk production on pasture (TMPP). Productive, reproductive, milk quality, and functional traits were analyzed using data from 73 dairy Gir females in five editions of Dairy Zebu carried out by Embrapa Cerrados. Four indices were compared through sensitivity analysis and Spearman correlations. Milk production (PL305) was the most influential trait on the indices. While indices 1, 2, and 3 were primarily influenced by lactation persistence (PERS) and the interval between calving and conception (ICC), index 4 had a greater influence on PERS, age at first calving (AFC), and ICC. Correlation coefficients varied in the test classification of females. Index 4, with different weights for each trait, was considered more balanced and less extremely influenced by a specific trait. It allows the identification of animals with high milk production, sexual precocity, fertility, and greater lactation persistence.

Index terms: sensitivity analysis, dairy cattle, functional traits, milk quality, genetic improvement, reproduction.

Introdução

As raças zebuínas têm sido uma fonte importante de genética para maximizar a produção de leite em países tropicais, especialmente a raça Gir com aptidão leiteira, que é utilizada como raça pura e em cruzamentos. A utilização de animais Gir tem como vantagens, além da aptidão leiteira, o potencial de adaptação ao clima e às condições de criação em ambientes tropicais, resistência a doenças e parasitas e uma grande capacidade de aproveitamento de pastagens, fatores que favoreceram a popularização da raça (Rewe et al., 2015; Silva et al., 2016). Nesse sentido, a seleção e produção de animais Gir com aptidão leiteira e adaptados às condições de criação e com alto potencial produtivo é estratégico para a pecuária leiteira tropical.

O sucesso produtivo e econômico de rebanhos leiteiros depende, além de características de produção, como a produção diária de leite e a persistência da lactação, dos aspectos reprodutivos, da composição do leite, da qualidade higiênico-sanitária e da conformação produtiva (Hietala et al., 2014; Cervo et al., 2017). A conformação está associada à incidência de problemas relacionados à longevidade, saúde do úbere, locomoção, entre outros (Lagrotta et al., 2010; Campos et al., 2015). Além disso, a avaliação do desempenho fenotípico e das relações das características utilizadas como critério de seleção é primordial para determinar e direcionar o trabalho de seleção, por meio da identificação de animais superiores.

Para tal, podem ser utilizadas provas de desempenho de produção em ambiente padronizado quanto ao manejo produtivo, reprodutivo e nutricional, com a avaliação de inúmeras características de forma simultânea (Martins et al., 2021). Nesses sistemas, as diferenças no desempenho dos animais podem ser atribuídas ao componente genético, dando maior confiabilidade à avaliação (Mota, 2009; Pinheiro et al., 2019; Marques). As provas de produção de leite a pasto vêm sendo conduzidas pela Embrapa Cerrados desde 2015 (Martins et al., 2016, 2018, 2020, 2021; Neto et al., 2019) e estão atualmente em sua oitava edição.

Nesses testes, uma série de características são avaliadas (Martins et al., 2021). Considerando as inúmeras variáveis que influenciam no sucesso do sistema de produção leiteira, uma estratégia que permite a avaliação e seleção simultânea de forma eficaz para várias características de interesse econômico, é a utilização de índices de seleção (Hazel, 1943; Prata, 2016).

Os índices de seleção permitem resumir em um único valor o desempenho de um animal para múltiplas características, combinando diferentes fontes de informação (Prata, 2016). Os índices de seleção também possibilitam balancear a seleção para características que apresentam correlações antagônicas, como produção de leite e eficiência reprodutiva (Canaza-Cayo et al., 2018; López-Gatius, 2012).

Os índices de seleção já utilizados nas provas de produção de leite a pasto conduzidas pela Embrapa Cerrados (Martins et al., 2016, 2018, 2020, 2021; Neto et al., 2019) foram preconizados de forma empírica e inédita pela equipe que conduz as avaliações. Assim, faz-se necessário validar o uso dos índices. Para tal, é importante conhecer a influência de cada característica que compõe um índice para projetar a resposta com sua utilização e também qual será seu resultado na classificação dos animais avaliados. Nesse sentido, as análises de sensibilidade podem ser utilizadas para determinar quais das variáveis de entrada desempenham papel mais significativo na saída do modelo (Song; Wang, 2021). Assim, pode-se determinar qual é o efeito da mudança de uma característica sobre o valor final de um índice de seleção. Além da relação entre as características, conhecer aquelas com maior peso nos valores dos índices é de grande importância, pois permite identificar as características que terão maior influência na classificação dos animais, evitando erros na tomada de decisão no processo de seleção.

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo realizar análises de correlação e sensibilidade para investigar as relações entre características produtivas, reprodutivas, de qualidade de leite e funcionais e os índices de classificação de fêmeas Gir de aptidão leiteira, avaliadas em provas de produção de leite a pasto. Essas análises permitem identificar as variáveis mais influentes na variabilidade e classificação dos animais, bem como determinar o melhor índice para identificar os animais mais produtivos para sistemas de produção de leite a pasto.

Esta publicação contribui para alcançar o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 2 da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) que visa erradicar a fome. A identificação de zebuínos leiteiros geneticamente superiores possibilita uma produção de leite a pasto de mais baixo custo para os pequenos e médios produtores. O uso de fêmeas zebuínas avaliadas também contribui com a produção sustentável e agregação de valor, em virtude da melhor qualidade do leite produzido.

Material e Métodos

Neste estudo, foram utilizadas informações de 73 novilhas da raça Gir com aptidão leiteira participantes de cinco edições da Prova Brasileira de Produção de Leite a Pasto do Zebu Leiteiro, realizada pelo Centro de Tecnologia para Raças Zebuínas Leiteiras (CTZL) da Embrapa Cerrados nos anos de 2015 a 2020. As normas de realização das provas, bem como informações de manejo, avaliações fenotípicas de desempenho, reprodução, sanidade e conformação podem ser consultadas em Martins et al. (2016); Martins et al. (2018); Martins et al. (2020); Martins et al. (2021); Neto et al. (2019). O controle leiteiro foi realizado mensalmente conforme as normas do Programa de Melhoramento Genético de Zebuínos (PMGZ Leite Max) da Associação Brasileira de Criadores de Zebu (2019).

Foram avaliadas as seguintes características lineares: produção de leite em 305 dias (PL305, kg/lactação), idade ao primeiro parto (IPP, meses), intervalo entre o parto e a concepção (IEPC, dias), teor de gordura (GORD, %), teor de proteína (PROT, %), teor de lactose (LAC, %), teor de sólidos totais (SOL, %) e persistência de lactação (PERS, %). Também foram avaliadas as seguintes características categóricas: escore da contagem de células somáticas (ECCS), aparência geral (AG), forma do úbere (FU), volume do úbere (VU), tetos (TE), total do úbere (TU), garupa (GAR), tórax (TX), aprumos (AP), aspectos raciais (AR) e total da conformação (TC). Como indicadores econômicos foram considerados a receita pela produção de leite somada à bonificação por qualidade (RB, R\$) e o preço por litro (PRL, R\$). Para todas as edições das provas, foram utilizados valores de comercialização e bonificação ajustados por valores atuais (junho/2021) praticados na região do Distrito Federal.

Os índices fenotípicos foram ajustados ao longo das provas realizadas para identificar não só os animais que produziam maior volume de leite, mas também aqueles que apresentavam características bonificadas pelos laticínios e importantes para a pecuária moderna, como maior PERS, menor IPP e IEPC. Assim, características foram introduzidas e pesos de ponderação foram ajustados para valorizar os animais mais equilibrados e rentáveis. Neste contexto, destaca-se a valorização da PERS, que é uma característica perseguida no melhoramento genético do Gir leiteiro e que impacta a produção de leite final de uma fêmea. Além disso, ao incluir a idade ao primeiro parto no índice, buscou-se cumprir o regulamento e estimular a identificação de animais mais precoces, trazendo ganhos para a vida produtiva de uma fêmea

na fazenda. As diferentes composições dos índices ao longo dos anos podem ser identificadas na Tabela 1.

Tabela 1. Composição dos índices finais de classificação utilizados nas edições da Prova Brasileira de Produção de Leite a Pasto do Zebu Leiteiro no Centro de Tecnologia para raças Zebuínas leiteiras (CTZL) da Embrapa Cerrados.

Índice	Composição ⁽¹⁾
Índice 1	(PL305*0,40)+(0,15*IEPC)+(0,05*GORD)+(0,05*ECCS)+(0,10*PROT)+(0,10*TC)+(0,10*PERS)
Índice 2	(PL305*0,40)+(0,15*IEPC)+(0,05*GORD)+(0,05*ECCS)+(0,10*PROT)+(0,10*TC)+(0,15*PERS)
Índice 3	(PL305*0,40)+(0,15*IEPC)+(0,05*IPP)+(0,05*GORD)+(0,05*ECCS)+(0,05*PROT)+(0,10*TC)+(0,15*PERS)
Índice 4	(PL305*0,35)+(0,15*IEPC)+(0,10*IPP)+(0,05*GORD)+(0,05*ECCS)+(0,05*PROT)+(0,10*TC)+(0,15*PERS)

⁽¹⁾ PL305: produção de leite corrigida para 305 dias; IPP: idade ao primeiro parto; IEPC: intervalo entre o parto e a concepção; GORD: teor de gordura; PROT: teor de proteína; ECCS: escore para contagem de células somáticas; PERS: persistência de lactação; TC: escore total para conformação.

As informações fenotípicas foram submetidas à uma análise de controle de qualidade com o objetivo de verificar outliers (valores anômalos) que poderiam ter sido resultantes de informações coletadas ou informadas de forma inconsistente. Para isso, foram excluídos registros fenotípicos que estavam acima ou abaixo de 3,5 unidades de desvio-padrão em relação à média de cada característica dentro de cada prova. Na Tabela 2, apresenta-se a estatística descritiva, incluindo o número de animais avaliados, valores médios, mínimos e máximos, desvio-padrão e coeficiente de variância.

Os valores fenotípicos dos animais foram então ajustados por meio de modelo misto e método dos quadrados mínimos, utilizando como efeito fixo a edição da prova, considerando o grupo de contemporâneos (GC). O modelo matemático pode ser representado como segue:

$$Y_{ijk} = \mu + GC_i + \varepsilon_{ijk}$$

Em que:

- Y_{ijk} é a característica do k-ésimo animal.
- μ é a média geral para as características estudadas.
- GC_i é o efeito fixo do grupo de contemporâneos.
- ε_{ijk} é o erro aleatório.

Tabela 2. Estatística descritiva para características produtivas, reprodutivas, funcionais e de qualidade do leite de animais participantes da Prova Brasileira de Produção de Leite a Pasto do Zebu Leiteiro no Centro de Tecnologia para raças Zebuínas leiteiras (CTZL) da Embrapa Cerrados.

Característica ⁽¹⁾	Número de observações	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	DP ⁽²⁾	CV (%) ⁽³⁾
PL305 (kg/lactação)	73	610,00	4.233,40	2.537,05	2.465,53	792,11	32,13
IPP (meses)	75	26,43	69,57	40,03	41,95	8,98	21,42
IEPC (dias)	70	43,00	305,00	122,00	139,89	66,84	47,78
GORD (%)	72	2,57	5,69	4,25	4,20	0,61	14,60
PROT (%)	71	3,12	4,05	3,58	3,59	0,21	5,97
LAC (%)	59	3,42	4,89	4,65	4,58	0,26	5,73
SOL (%)	59	11,47	15,24	13,43	13,48	0,65	4,81
ECCS	71	2,00	7,00	4,00	4,51	1,23	27,27
PERS (%)	73	12,50	100,26	76,14	70,80	21,73	30,69
AG	72	10,00	20,00	15,50	14,99	2,55	17,00
FU	72	3,00	10,00	6,00	6,21	1,50	24,17
VU	72	3,00	10,00	6,00	6,10	1,64	26,85
TE	72	3,00	10,00	6,00	6,57	1,51	22,97
TU	72	9,00	28,00	18,50	18,88	3,90	20,66
GAR	72	6,00	15,00	12,00	11,44	2,14	18,72
TX	72	6,00	15,00	12,00	11,49	2,11	18,37
AP	72	4,00	10,00	7,00	7,14	0,98	13,77
AR	72	4,00	10,00	8,00	7,83	1,49	19,04
TC	72	54,00	93,00	73,00	71,76	8,33	11,61

⁽¹⁾ PL305: produção de leite corrigida para 305 dias; IPP: idade ao primeiro parto; IEPC: intervalo entre o parto e a concepção; GORD: teor de gordura; PROT: teor de proteína; LAC: teor de lactose; SOL: teor de sólidos totais; ECCS: escore para contagem de células somáticas; PERS: persistência de lactação; AG: aparência geral; FU: forma do úbere; VU: volume do úbere; TE: tetos; TU: escore total para o úbere; GAR: garupa; TX: tórax; AP: aprumos; AR: aspectos raciais; TC: escore total para conformação.

⁽²⁾ DP: desvio-padrão.

⁽³⁾ CV: coeficiente de variação.

À média geral (μ) foram somados os resíduos (ε) de cada animal para cada característica, obtendo-se, assim, os valores ajustados (YA = variável ajustada). Visando padronizar as características em uma mesma escala, estas foram convertidas para escala percentual, considerando a média do grupo avaliado como o valor de 100% e a variação acima ou abaixo da média. Para isso, foi utilizada a fórmula a seguir:

$$YAP = (UA * 100) / \bar{X}$$

Em que:

- YAP é a variável ajustada e padronizada em escala percentual.
- YA é a variável ajustada.
- \bar{X} é a média da variável.

Assim, todas as características passaram a apresentar a mesma unidade, ou seja, percentual (%). Desta forma, o índice final de classificação da prova de produção de leite a pasto foi gerado ponderando-se os valores das variáveis ajustadas e padronizadas para cada característica utilizada na sua composição. Durante as cinco edições da prova, os índices sofreram variações entre as características incluídas e suas respectivas ponderações, sendo utilizadas quatro equações diferentes (Tabela 1). Considerando essa variação, foram calculados os índices finais, utilizando as variáveis ajustadas e padronizadas, para todos os animais seguindo as quatro equações já utilizadas.

A associação fenotípica entre as características lineares foram obtidas utilizando a correlação de Pearson. Já a associação entre características categóricas e entre estas e as características lineares foram avaliadas por meio do coeficiente de determinação da raiz quadrada de um modelo de regressão logística ajustado.

Para fins de comparação dos índices, foram realizadas análises de sensibilidade (Qian; Mahdi, 2020) considerando os valores médios como ponto inicial. A variação da característica em relação à média foi utilizada para detectar a sensibilidade da característica. Essa análise foi realizada por meio de simulações nas quais, a cada rodada, calculou-se os índices dos animais utilizando uma das equações apresentadas na Tabela 1, seguindo o método one-at-a-time e considerando o valor médio de uma característica e o ajustado e padronizado para as demais. Avaliou-se quantos valores de entrada mudam em cada simulação do modelo, nesse caso, uma por vez.

Por exemplo, para o índice 1, foram gerados sete índices de seleção para cada animal, sendo a primeira equação com o valor médio para PL305 e os

valores ajustados de cada animal para IEPC, GORD, ECCS, PROT, TC e PERS. Em seguida, foi utilizado o valor médio para IEPC e os demais ajustados e assim sucessivamente. Para os índices 2, 3 e 4, foram geradas sete, oito e nove equações, respectivamente. Como exemplo, para verificar quais seriam os coeficientes de sensibilidade do índice 1, calculou-se a variação no índice em função da alteração de cada característica.

Foram calculadas correlações de Spearman ou de ordenação entre as classificações dos animais para os quatro índices avaliados.

Visando avaliar o resultado dos índices na seleção dos animais, isto é, qual seria o desempenho para cada característica em função do índice foi realizada a classificação dos animais em categorias. Esta foi realizada com base na média e desvio padrão do índice dentro de cada prova. Assim, animais Elite foram aqueles que apresentaram valores acima da média somada a 1 desvio-padrão (DP). Os superiores foram aqueles dentro do intervalo da média e a média somada a 1 DP. Os regulares foram aqueles dentro do intervalo da média menos 1 DP e a média. E os inferiores foram aqueles que apresentaram valores abaixo da média menos 1 DP. A partir desses resultados, foram gerados gráficos de distribuição das classificações dentro de cada índice. Foram apresentados apenas os gráficos de características que apresentaram diferenças nas médias dos grupos em função dos índices de classificação utilizados.

Todas as análises foram realizadas utilizando o utilizando o Programa R (2022) e scripts desenvolvidos para esse fim.

Resultados e Discussão

Na Tabela 3, estão apresentadas as correlações entre as características lineares avaliadas nas provas de produção de leite a pasto, e com os índices utilizados na classificação de fêmeas da raça Gir. Foram obtidas correlações moderadas entre PERS e PL305 (0,49), PROT com GORD (0,45) e SOL (0,59), PPL com GORD (0,31), IPP (0,36) e RB (0,52), IEPC com Índice 1 (0,33), 2 (0,33), 3 (0,34) e 4 (0,33) e PERS e Índice 3 (0,56). Foram obtidas correlações altas entre PL305 com RB (0,83), índices 1 (0,78), 2 (0,77), 3 (0,77) e 4 (0,75), GORD e SOL (0,84), PERS com RB (0,71) e os índices 1 (0,67), 2 (0,70) e 4 (0,68), RB com os índices 1 (0,86), 2 (0,86), 3 (0,83) e 4 (0,85). Os índices finais de classificação também foram altamente correlacionados entre si, com valores variando de 0,75 a 1,00. As demais estimativas foram baixas.

Tabela 3. Correlações fenotípicas entre características lineares avaliadas em fêmeas Gir, participantes da Prova Brasileira de Produção de Leite a Pasto do Zebu Leiteiro no Centro de Tecnologia para raças Zebuínas Leiteiras (CTZL) da Embrapa Cerrados.

Característica ⁽¹⁾	IPP	IEPC	GORD	PROT	PERS	LAC	SOL	RB	PPL	Índice 1	Índice 2	Índice 3	Índice 4
PL305	0,10	0,06	-0,13	-0,23	0,49	0,15	-0,16	0,83	0,16	0,78	0,77	0,77	0,75
IPP	-	-0,12	-0,05	-0,11	0,04	0,02	-0,03	0,28	0,36	0,20	0,21	0,20	0,16
IEPC	-	-	-0,09	0,02	0,24	0,11	-0,06	0,10	0,09	0,33	0,33	0,34	0,33
GORD	-	-	-	0,45	0,20	0,02	0,84	0,08	0,31	-0,06	-0,04	0,02	0,09
PROT	-	-	-	-	0,13	-0,13	0,59	-0,10	0,09	-0,16	-0,15	-0,09	-0,05
PERS	-	-	-	-	-	0,29	0,21	0,71	0,29	0,67	0,70	0,56	0,68
LAC	-	-	-	-	-	-	0,25	0,25	0,12	0,27	0,28	0,14	0,18
SOL	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,30	-0,09	-0,07	0,00	0,06
RB	-	-	-	-	-	-	-	-	0,52	0,86	0,86	0,83	0,85
PPL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,24	0,25	0,26	0,27
Índice 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,75	0,78
Índice 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,75	0,79
Índice 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,98

⁽¹⁾PL305: produção de leite corrigida para 305 dias; IPP: idade ao primeiro parto; IEPC: intervalo entre o parto e a concepção; GORD: teor de gordura; PROT: teor de proteína; PERS: persistência de lactação; LAC: teor de lactose; SOL: teor de sólidos totais; RB: receita com bonificação; PPL: preço por litro.

Considerando as correlações fenotípicas obtidas, espera-se que o aumento da persistência de lactação como critério de seleção fenotípica resulte no aumento da produção leiteira e, conseqüentemente, na receita com bonificação do sistema. Esse comportamento era esperado, uma vez que a persistência é a maneira como a produção de leite se mantém durante a lactação, estando relacionada à capacidade da fêmea de manter níveis constantes de produção até o final da lactação (Dorneles et al., 2009). A relação positiva e moderada entre PL305 e PERS também foi relatada por Boujenane e Hilal (2012) avaliando vacas holandesas. As moderadas a altas correlações fenotípicas entre GOR, PROT e SOL indicam que há uma certa ação ambiental comum entre essas variáveis, sendo essa associação favorável do ponto de vista zootécnico, já que o uso de uma característica como critério de seleção fenotípica teria como resposta o aumento em outra e vice-versa. Correlações fenotípicas positivas e altas entre PROT e GORD também foram relatadas por Prata et al. (2015) avaliando fêmeas Gir. Uma explicação para esses resultados é que os sólidos totais do leite são compostos, além de outros elementos, por proteínas e gordura. O teor de gordura do leite também apresentou relação com o PPL, uma vez que este é um importante componente da bonificação do sistema de produção de leite.

Entre as características lineares avaliadas, foi observado também que há fatores ambientais em comum para PPL, IPP e RB. A associação fenotípica entre PPL e RB era esperada, uma vez, que ambas estão associadas à remuneração do sistema. Todos os índices apresentaram correlação moderada com IPEC, assim o uso destes para classificação final das fêmeas pode ter efeito fenotípico no intervalo entre parto e concepção. PERS, PL305 e RB apresentaram correlações fenotípicas moderadas a altas com todos os índices de classificação já utilizados em provas de produção de leite, evidenciando que estas características são, possivelmente, influenciadas pelas mesmas condições ambientais. Dessa forma, a utilização dos quatro índices de classificação leva à identificação de animais de maior produção, persistência, e, maior receita para o sistema. Ainda assim, com o índice 3, uma menor resposta pode ser esperada na persistência devido à menor correlação obtida para essa característica em relação aos outros índices. Apesar disso, as altas correlações entre os índices indicam que há uma ação ambiental comum entre eles e que a utilização de um ou outro como critério de seleção terá resposta em outro e vice-versa.

As correlações entre as características categóricas avaliadas nas provas de produção de leite a pasto estão apresentadas na Tabela 4. Foram obtidas correlações moderadas entre FU com AG (0,35) e TE (0,38), VU e TE (0,39), TC com VU (0,48), TE (0,31), TU (0,57) e AP (0,35). Correlações altas foram observadas entre AG com GAR (0,75), TX (0,65) e TC (0,83), FU com VU (0,78), TU (0,88) e TC (0,62), TU com VU (0,89) e TE (0,71), GAR com TX (0,70) e TC (0,84), TC com TX (0,74). As demais estimativas foram baixas.

Tabela 4. Correlações entre características categóricas avaliadas em fêmeas Gir, participantes da Prova Brasileira de Produção de Leite a Pasto do Zebu Leiteiro no Centro de Tecnologia para raças Zebuínas Leiteiras (CTZL).

Característica ⁽¹⁾	AG	FU	VU	TE	TU	GAR	TX	AP	AR	TC
ECCS	-0,01	0,03	-0,04	-0,04	-0,02	0,12	0,17	-0,17	0,04	0,05
AG	-	0,35	0,15	0,10	0,24	0,75	0,65	0,25	0,15	0,83
FU	-	-	0,78	0,38	0,88	0,30	0,24	0,21	-0,19	0,62
VU	-	-	-	0,39	0,89	0,16	0,18	0,03	-0,24	0,48
TE	-	-	-	-	0,71	0,05	-0,01	-0,20	-0,12	0,31
TU	-	-	-	-	-	0,21	0,17	0,02	-0,23	0,57
GAR	-	-	-	-	-	-	0,70	0,20	0,27	0,84
TX	-	-	-	-	-	-	-	0,24	-0,04	0,74
AP	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22	0,35
AR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22

⁽¹⁾ ECCS: escore para contagem de células somáticas; AG: aparência geral; FU: forma do úbere; VU: volume do úbere; TE: tetos; TU: escore total para o úbere; GAR: garupa; TX: tórax; AP: aprumos; AR: aspectos raciais; TC: escore total para conformação

A utilização do escore de AG como critério de seleção fenotípica trará respostas na mesma direção em características como formato do úbere, garupa e tórax, considerando as correlações fenotípicas positivas e de moderada a alta magnitude. Esses resultados eram esperados, uma vez que a conformação como um todo é avaliada para a pontuação de AG, sendo considerados aspectos como angulação da garupa e a profundidade do tórax. As correlações moderadas a altas entre as características relacionadas ao formato e à conformação do úbere indicam que há fatores ambientais em comum entre elas, de forma que a utilização do formato do úbere como critério de seleção poderá ter efeitos favoráveis nos tetos, volume, formato e escore total do úbere, e vice-versa.

O escore total para conformação engloba a pontuação total para úbere, aprumos, garupa e tórax, justificando as correlações positivas e de moderada a alta magnitude obtidas. A pontuação do úbere, por sua vez, é composta por forma, volume e tetos, o que justifica as estimativas moderadas a altas destas características com o escore TC. Dessa forma, fatores ambientais que levem a melhoria da conformação afetarão de maneira semelhante e na mesma direção outras características englobadas no sistema linear de avaliação de fêmeas Gir. Assim, melhorias nos escores de aprumo, úbere, garupa e raciais podem ocorrer quando é feita seleção para melhoria do escore de conformação. Além disso, a utilização de um índice abrangendo características de tipo ou funcionais, como o escore para TC que expressa o equilíbrio da vaca para todas as características de tipo, é uma ferramenta eficaz para a melhoria da conformação como um todo.

Na Tabela 5, estão apresentadas as correlações entre as características lineares e as categóricas avaliadas nas provas de produção de leite a pasto, bem como os índices utilizados na classificação de fêmeas da raça Gir.

A PL305 apresentou correlação positiva e moderada com FU (0,37), VU (0,48), TE (0,43) e TU (0,52), indicando que há fatores ambientais em comum para essas características, sendo esta associação favorável. Assim, a seleção fenotípica para PL305, se mostrou capaz de influenciar positivamente e de forma moderada escores visuais para conformação do úbere, como o formato, volume e pontuação total do úbere e dos tetos. A escolha de animais com maiores escores para tetos, formato, volume e pontuação total do úbere também será a escolha de animais com maior produção leiteira. Teodoro et al. (2000) também relataram que a seleção para produção de leite possivelmente proporcionaria resposta correlacionada a um maior volume mamário. Em contrapartida, a correlação entre PL305 e aspectos raciais foi negativa, ou seja, a seleção para animais de melhor escore para AR, quanto à caracterização de fêmeas da raça Gir, pode reduzir a produção de leite. Esses resultados podem estar associados à dupla aptidão da raça.

A persistência de lactação (PERS) apresentou correlações moderadas com VU (0,38) e TU (0,31). Assim, melhorias nos escores de volume e pontuação total do úbere podem levar ao aumento da persistência e duração da lactação e vice-versa. Esses resultados podem estar associados à relação da conformação e do tipo com a maior aptidão para a duração da produção de leite.

Tabela 5. Correlações entre características lineares e categóricas avaliadas em fêmeas Gir, participantes da Prova Brasileira de Produção de Leite a Pasto do Zebu Leiteiro no Centro de Tecnologia para Raças Zebuínas Leiteiras (CTZL) da Embrapa Cerrados.

Característica ⁽¹⁾	ECCS	AG	FU	VU	TE	TU	GAR	TX	AP	AR	TC
PL305	-0,30	-0,06	0,37	0,48	0,43	0,52	-0,16	-0,15	-0,18	-0,36	0,05
IPP	-0,12	-0,05	-0,11	-0,08	-0,06	-0,10	-0,01	0,09	0,09	0,13	0,00
IEPC	-0,22	-0,35	-0,02	0,04	-0,21	-0,07	-0,32	-0,34	-0,09	0,10	-0,31
GORD	-0,10	-0,10	-0,13	-0,19	0,13	-0,08	-0,11	-0,16	0,05	0,06	-0,12
PROT	0,10	0,13	-0,11	-0,20	0,11	-0,09	0,13	0,15	-0,10	-0,03	0,06
PERS	-0,26	-0,16	0,25	0,38	0,12	0,31	-0,14	-0,19	-0,08	-0,18	-0,04
LAC	-0,13	-0,19	-0,03	0,12	0,08	0,07	-0,28	-0,27	-0,11	-0,02	-0,19
SOL	-0,07	-0,09	-0,20	-0,21	0,16	-0,11	-0,06	-0,17	-0,04	0,03	-0,14
RB	-0,54	-0,05	0,30	0,40	0,28	0,40	-0,16	-0,16	-0,04	-0,22	0,03
PPL	-0,80	0,00	-0,09	-0,11	0,03	-0,07	-0,08	-0,20	0,21	0,07	-0,07
Índice 1	-0,29	-0,14	0,38	0,47	0,22	0,44	-0,23	-0,27	-0,14	-0,19	0,33
Índice 2	-0,30	-0,14	0,38	0,47	0,21	0,44	-0,23	-0,27	-0,13	-0,20	0,34
Índice 3	-0,26	0,21	0,45	0,52	0,23	0,49	0,10	0,13	0,03	-0,29	0,32
Índice 4	-0,27	0,08	0,38	0,48	0,18	0,43	-0,02	0,02	-0,02	-0,29	0,35

(1) PL305: produção de leite corrigida para 305 dias; IPP: idade ao primeiro parto; IEPC: intervalo entre o parto e a concepção; GORD: teor de gordura; PROT: teor de proteína; PERS: persistência de lactação; LAC: teor de lactose; SOL: teor de sólidos totais; RB: receita com bonificação; PPL: preço por litro; ECCS: escore para contagem de células somáticas; AG: aparência geral; FU: forma do úbere; VU: volume do úbere; TE: tetos; TU: escore total para o úbere; GAR: garupa; TX: tórax; AP: aprumos; AR: aspectos raciais; TC: escore total para conformação.

Os escores de AG (-0,35), GAR (-0,32), TX (-0,34) e TC (-0,31) apresentaram correlação negativa e moderada com IEPC. Assim, animais com maiores escores para AG, GAR, TX e TC tendem a apresentar menor IEPC, uma vez que essas características são negativamente correlacionadas. Essa relação é considerada favorável, de forma que a seleção de animais com base em características de conformação, como TC, por exemplo, leva ao aumento da regularidade e eficiência reprodutiva de fêmeas Gir com aptidão leiteira.

Entre os escores de conformação avaliados, apenas o VU (0,40) e o TU (0,40) apresentaram correlação moderada e positiva com a RB, indicando que quanto maior for o volume e a pontuação total do úbere, maior também será a receita do sistema, o que pode ser atribuído indiretamente à relação fenotípica entre os escores do úbere e a produção de leite. Esses resultados estão em consonância com a relação desses escores com a PPL, uma característica diretamente associada aos aspectos econômicos do sistema.

O ECCS apresentou correlação negativa e moderada a alta com a RB (-0,54) e a PPL (-0,80). Maiores ECCS estão associadas a uma baixa qualidade higiênico-sanitária do leite e à perda de rendimento dos produtos lácteos, pois está diretamente relacionados a fatores como gordura, proteína e sólidos totais, refletindo também nos ganhos diretos do produtor e da indústria (Becchi, 2016; Lopes et al., 2011). Essa relação justifica os resultados obtidos.

Os índices utilizados na classificação de fêmeas Gir em provas de leite a pasto apresentaram correlação moderada com FU, VU, TU e TC, com valores variando entre 0,32 e 0,52. As correlações observadas mostram possíveis ganhos nos escores de conformação do úbere e total, em resposta à seleção utilizando os índices de classificação. Embora os escores de FU, VU e TU não sejam contemplados nas equações dos índices, o TU é uma das características incluídas no TC, justificando os resultados obtidos. Além disso, espera-se que o ganho na conformação das fêmeas seja semelhante, independentemente do índice utilizado.

Na Tabela 6, encontram-se os resultados das análises de sensibilidade. Em provas de avaliação do desempenho leiteiro, a produção de leite destaca-se entre as características avaliadas por ser um dos principais componentes da receita do sistema de produção. Não obstante, a PL305 foi a característica de maior influência no resultado dos índices, isto é, os quatro índices fenotípicos

já utilizados para classificação de vacas em provas de produção de leite a pasto apresentaram maior sensibilidade a ela do que a outras características que os compõe. Além da importância econômica, a inclusão dessa característica no índice de seleção tem grande viabilidade de resposta devido a sua herdabilidade moderada, variando de 0,27 a 0,41 em bovinos da raça Girolando e Gir com aptidão leiteira (Prata et al., 2015; Canaza-Cayo et al., 2018; González-Herrera et al., 2022).

A sensibilidade dos índices às características IEPC, GORD, ECCS, PROT e TC foi semelhante. Esses resultados são atribuídos à similaridade na ponderação utilizada para essas características nas quatro equações dos índices (Tabela 6). Assim, a utilização de qualquer uma das equações resultará na mesma influência dessas características na classificação dos animais.

Tabela 6. Coeficientes de sensibilidade (%) considerando os valores médios de características utilizadas nos índices de classificação final utilizados nas Prova Brasileira de Produção de Leite a Pasto do Zebu Leiteiro no Centro de Tecnologia para raças Zebuínas Leiteiras (CTZL) da Embrapa Cerrados.

Característica ⁽¹⁾	Índice 1	Índice 2	Índice 3	Índice 4
PL305	0,59	0,59	0,52	0,44
IEPC	0,23	0,23	0,23	0,23
GORD	0,17	0,17	0,17	0,17
ECCS	0,13	0,13	0,13	0,13
PROT	0,18	0,18	0,18	0,18
TC	0,13	0,13	0,13	0,13
PERS	0,24	0,35	0,35	0,35
IPP			0,13	0,27

⁽¹⁾ PL305: produção de leite corrigida para 305 dias; IEPC: intervalo entre o parto e a concepção; GORD: teor de gordura; ECCS: escore para contagem de células somáticas; PROT: teor de proteína; TC: escore total para conformação; PERS: persistência de lactação; IPP: idade ao primeiro parto.

Os teores de gordura e proteína apresentam estimativas de herdabilidade baixas avaliadas em bovinos Gir leiteiros, variando de 0,12 a 0,24 e de 0,15 a 0,26, respectivamente (Prata et al., 2015; Prata, 2016; Panetto et al., 2020). As estimativas de herdabilidade relatadas na literatura para ECCS avaliada em bovinos Gir também são de baixa magnitude, em torno de 0,09 (Prata, 2016). Para características de conformação, as estimativas de herdabilidade relatadas na literatura para bovinos Gir leiteiro variam de baixas a moderadas (0,01 a 0,54) (Wenceslau et al., 2000; Lagrotta et al., 2010; Carvalho,

2018; Panetto et al., 2020). A ampla variação nos resultados observados na literatura para características de conformação e tipo está relacionada a diferenças nos métodos e na população avaliada, visto que algumas características podem ser avaliadas por score ou por métodos objetivos (Wenceslau et al., 2000; Lagrotta et al., 2010; Carvalho, 2018; Panetto et al., 2020. Dessa forma, a avaliação de características como GORD, ECCS, PROT e de conformação pode ter maior variação devido à maior influência ambiental. Quando as fêmeas são avaliadas para essas características através de provas de produção de leite a pasto, o ambiente é padronizado, assim o desempenho observado pode ser atribuído ao componente genético, o que justifica a inclusão delas nos índices de classificação e viabiliza também uma resposta genética. Além disso, a influência de GORD, ECCS, PROT e TC nos índices de classificação é aproximada.

Além da PL305, os índices 1, 2 e 3 foram influenciados em maior magnitude por PERS e IEPC. Esse comportamento diferiu no índice 4, cuja sensibilidade foi maior, além da PL305 para PERS, IPP e IEPC. A partir desses resultados, infere-se que, com a utilização do índice 4, a seleção estaria sendo realizada também para melhoria da precocidade sexual, ou redução da IPP em maior magnitude, inclusive do que o índice 3, que também contempla IPP. A herdabilidade de características reprodutivas tende a ser, comumente, de baixa magnitude, pois são características sujeitas a alta influência ambiental. Para IEPC e IPP, as estimativas relatadas para bovinos Gir leiteiro variam entre 0,01 e 0,07 (Prata, 2016; Silva et al., 2016; Nikhil; Vataliya, 2017) e 0,17 a 0,26 (Prata, 2016; Silva et al., 2016; Panetto et al., 2020), respectivamente. Para PERS, as estimativas de herdabilidade apresentam maior amplitude, variando de baixa a moderada magnitude (0,04 a 0,43) em decorrência da ordem de parição (Nikhil; Vataliya, 2017; González-Herrera et al., 2022). De maneira semelhante a ECCS, PROT, GORD e TC, a avaliação de características reprodutivas em provas de produção de leite a pasto permite avaliar o componente genético, justificando a inclusão delas nos índices.

Características reprodutivas (como idade ao primeiro parto, intervalo de parto) e produtivas (como produção de leite e persistência da lactação) têm apresentado maior importância econômica em sistemas de produção de bovinos leiteiros (Hietala et al., 2014; Cervo et al., 2017). Dessa forma, a maior influência dessas características nos índices de classificação de fêmeas em provas de produção de leite a pasto pode resultar na identificação dos

animais mais lucrativos e com maior ganho econômico para o produtor. Além disso, considerando o antagonismo entre produção de leite e eficiência reprodutiva (López-Gatius, 2012; Canaza-Cayo et al., 2018), a utilização dessas características em conjunto nos índices é essencial para a seleção harmônica delas. Com as alterações nas equações, os índices 3 e 4 apresentaram menor sensibilidade a PL305, sendo considerados mais harmônicos, isto é, são menos influenciados de forma extrema por uma das características que compõem os índices. Assim, com o uso dessas equações, os melhores animais seriam aqueles com alta produção leiteira, mas também influenciados em maior magnitude pela duração da lactação e precocidade sexual. Em consonância, características de maior importância produtiva e econômica, como a produção leiteira, devem receber maior ênfase na avaliação e seleção, visando o sucesso do sistema produtivo.

Na Tabela 7, são apresentadas as correlações de Spearman entre os quatro índices utilizados na classificação de fêmeas participantes de provas de produção de leite a pasto realizadas no CTZL. Nota-se que a correlação entre os índices 1 e 2 foi alta e próxima a 1, indicando uma pequena mudança na classificação das fêmeas. Tal valor pode ser justificado pela similaridade na equação dos dois índices, sendo a única diferença entre eles a ponderação atribuída a PERS. Já entre os índices 3 e 4 e os índices 1 e 2, as correlações foram menores, mostrando que a classificação das fêmeas irá apresentar maior variação. Essa maior variação pode ser atribuída a diferenças nas equações, sobretudo com a inclusão de IPP nos índices 3 e 4, o que corrobora com a variação nos coeficientes de sensibilidade obtidos (Tabela 7). Com o uso dos índices 3 e 4, a classificação dos animais avaliados será influenciada também pelo seu desempenho quanto à precocidade sexual, avaliada através da IPP, além das outras características utilizadas nas equações.

Para os índices PL305, ECCS, PROT e escores de conformação as médias dos grupos de classificação Elite, Superior, Regular e Inferior foram semelhantes e não foram apresentadas. A similaridade para ECCS, TC e PROT corrobora com os resultados das análises de sensibilidade (Tabela 6), sendo observada influência similar dessas características nos diferentes índices. Mesmo que o peso atribuído a PL305 varie entre as quatro equações e que a sensibilidade do índice 4 a essa característica seja menor, esses resultados demonstram que não há prejuízos na PL305 ao utilizar essa equação.

Tabela 7. Correlação de Spearman para os índices finais utilizados nas Prova Brasileira de Produção de Leite a Pasto do Zebu Leiteiro no Centro de Tecnologia para raças Zebuínas Leiteiras (CTZL) da Embrapa Cerrados.

Índice	Índice 1	Índice 2	Índice 3	Índice 4
Índice 1	-	0,98	0,53	0,57
Índice 2	-	-	0,53	0,58
Índice 3	-	-	-	0,89
Índice 4	-	-	-	-

A melhoria da precocidade sexual, com antecipação da idade ao primeiro parto, tem grande impacto econômico e produtivo nos sistemas de produção (Reggiori et al., 2016). Para o índice de idade ao primeiro parto (IPP), os índices 3 e 4 foram eficazes na classificação das fêmeas com maior IPP como animais inferiores (Figura 1). As médias para IPP na categoria Inferior foram de 39,94, 40,45, 3,06 e 44,23 meses para os índices 1, 2, 3 e 4, respectivamente. De maneira semelhante e favorável, a média para IPP das fêmeas classificadas como Elite nos índices 3 e 4 foi inferior as médias das fêmeas Elite nos índices 1 e 2, sendo essa diferença de cerca de dois meses. Esses resultados corroboram com os apresentados nas análises de sensibilidade e indicam que, se a intenção é que fêmeas mais precoces sexualmente sejam melhor classificadas, o uso dos índices 3 ou 4 é mais adequado.

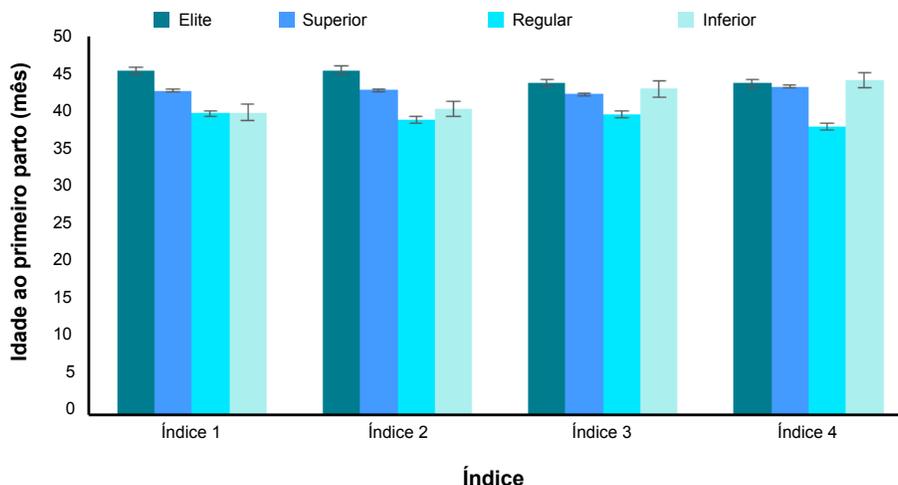


Figura 1. Distribuição da classificação dentro de cada índice para idade ao primeiro parto (IPP) de fêmeas Gir, participantes da Prova Brasileira de Produção de Leite a Pasto do Zebu Leiteiro no Centro de Tecnologia para raças Zebuínas Leiteiras (CTZL) da Embrapa Cerrados.

Foram observadas diferenças nas médias dos grupos dentro das categorias de classificação utilizando os quatro índices para IEPC. Considerando que os menores intervalos entre parto e concepção são indicativos de maior fertilidade das fêmeas, de menor período ocioso e são desejáveis, os índices que levaram à identificação de fêmeas de maior IEPC como Inferior foram os índices 3 e 4 (Figura 2). As médias para IEPC na categoria Inferiores foram de 127,00, 127,38, 163,67 e 152,42 dias para os índices 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Em contrapartida, fêmeas com maior IEPC foram classificadas como Elite nos índices 1 e 2. As médias para IEPC na categoria Elite foram de 173,27, 176,42, 136,67 e 151,58 dias para os índices 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Assim, as fêmeas classificadas como Elite nos índices 3 e 4 apresentaram um intervalo entre parto e concepção, em média, 21 e 31 dias menor do que as Elite dos índices 1 e 2. Por outro lado, os índices 1 e 2 têm menor eficiência em identificar as fêmeas de maior fertilidade.

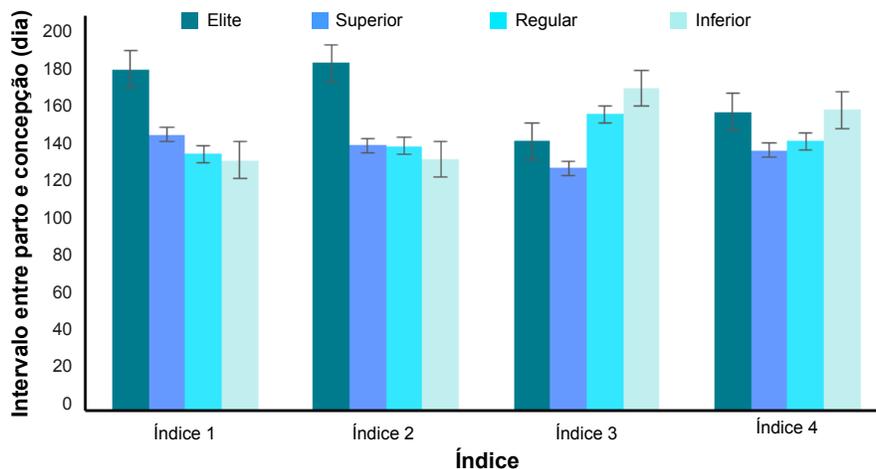


Figura 2. Distribuição da classificação dentro de cada índice para intervalo entre parto e concepção (IEPC) de fêmeas Gir, participantes da Prova Brasileira de Produção de Leite a Pasto do Zebu Leiteiro no Centro de Tecnologia para raças Zebuínas Leiteiras (CTZL) da Embrapa Cerrados.

O teor de gordura do leite é frequentemente utilizado como parâmetro de qualidade e bonificação econômica para o produtor (Hietala et al., 2014; Cervo et al., 2017). Assim, é desejável identificar animais com alta produção de leite, mas que também apresentem alto teor de gordura. Embora seja uma característica de baixa amplitude, também foi observada diferença nas

médias dos grupos de classificação. Nesse sentido, o índice no qual as fêmeas com menor teor de gordura classificaram-se como inferiores foi o índice 4 (Figura 3). As médias para GORD das fêmeas classificadas como Inferior foram de 4,20%, 4,21%, 4,00% e 3,82% para os índices 1, 2, 3 e 4, respectivamente. As médias das fêmeas classificadas como Elite foram similares, variando de 4,20% a 4,35%. Ainda assim, os índices 3 e 4 foram mais eficazes na classificação das fêmeas como Superior, com médias de 4,29% e 4,30%, respectivamente, em comparação com 4,22% e 4,19% para os índices 1 e 2.

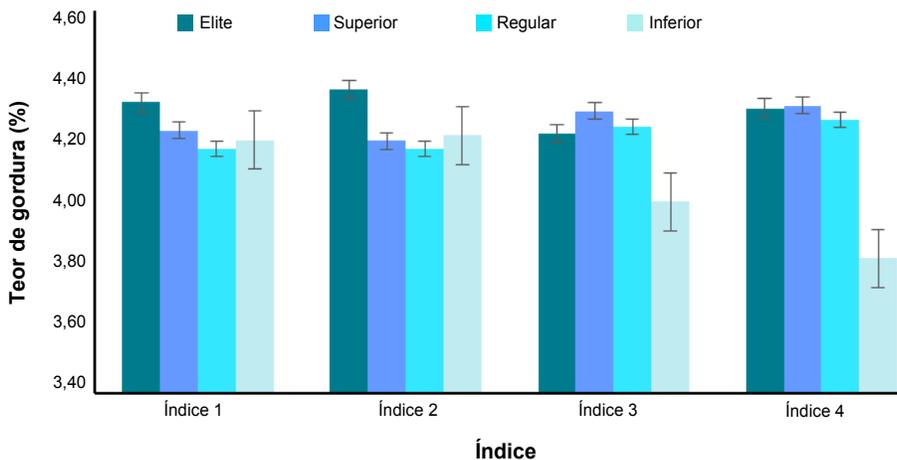


Figura 3. Distribuição da classificação dentro de cada índice para teor de gordura (GORD) de fêmeas Gir, participantes da Prova Brasileira de Produção de Leite a Pasto do Zebu Leiteiro no Centro de Tecnologia para raças Zebuínas Leiteiras (CTZL) da Embrapa Cerrados.

Outra característica que apresentou diferença nos grupos de classificação de cada índice foi a persistência, cujo desejável são maiores valores, ou seja, maior duração da lactação (Figura 4). Nesse sentido, o objetivo do índice seria classificar como Elite as fêmeas de maior persistência e como Inferior as fêmeas de menor persistência de lactação. Esse comportamento foi observado para todos os índices. Ainda assim, as médias das fêmeas classificadas como Elite e Inferior para PERS foram maiores e menores com o índice 4, respectivamente. Esses resultados demonstram que o índice 4 é mais eficaz na identificação de fêmeas com maior duração da lactação.

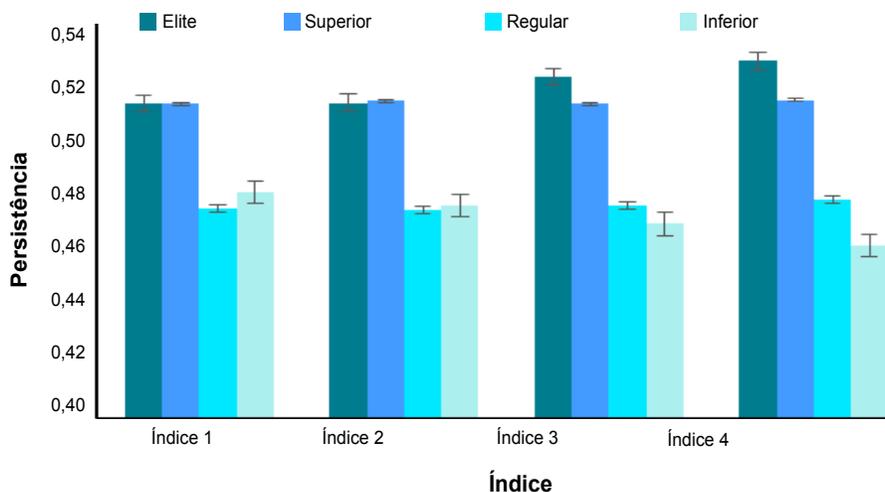


Figura 4. Distribuição da classificação dentro de cada índice para persistência (PERS) de fêmeas Gir, participantes da Prova Brasileira de Produção de Leite a Pasto do Zebu Leiteiro no Centro de Tecnologia para raças Zebuínas Leiteiras (CTZL) da Embrapa Cerrados.

Os resultados obtidos podem ser aplicados também para sistemas de produção leiteira, de forma que os criadores possam optar por utilizar o índice que melhor atenda aos objetivos e à resposta produtiva desejada, como ferramenta de seleção e avaliação dentro do rebanho. Além disso, os resultados das provas de produção a pasto podem ser utilizados para direcionar a utilização e multiplicação dos melhores animais classificados, tendo como resultado, quando utilizado o índice 4, a produção de animais com maior produção leiteira, mas também mais precoces, férteis, com maior duração da lactação e maior teor de gordura.

Conclusões

- a. Embora os índices já utilizados para a classificação de fêmeas Gir em provas de produção de leite a pasto apresentem correlações fenotípicas moderadas a altas com persistência, produção de leite, receita com bonificação e escores de conformação, formato, volume e total do úbere, as respostas fenotípicas com a seleção e na classificação dos animais podem ser diferentes.

- b. Apesar de o índice 4 apresentar menor ponderação para a produção de leite, este foi o mais harmônico ou menos influenciado de forma extrema para por uma das características que o compõe, além de apresentar resposta mais efetiva na persistência e idade ao primeiro parto, sem prejuízos produtivos. Podem ser esperadas grandes diferenças na classificação das fêmeas em função do índice utilizado, sendo estas maiores para as características idade ao primeiro parto, intervalo entre parto e concepção, persistência e gordura. O índice 4 foi mais eficaz para identificar fêmeas precoces sexualmente, mais férteis, com maior duração da lactação e que produzem maior teor de gordura no leite. Desenvolvido de forma inédita pela Embrapa Cerrados e Associação Brasileira de Criadores de Zebu, esse índice se caracteriza pela primeira abordagem que valoriza o animal mais equilibrado e eficiente nas principais características de interesse econômico para os criadores de Zebu com aptidão leiteira.

Referências

- ASSOCIAÇÃO DOS CRIADORES DE ZEBU. **Regulamento do controle leiteiro**. Uberaba, 2019. Disponível em: https://www.abcz.org.br/common/uploads/control_e_leiteiro/3239.pdf. Acesso em: 3 maio 2021.
- BECCHI, C. S. **A influência da contagem de células somáticas do leite cru no rendimento da produção de queijo prato (lanche), junto ao laticínio Sgorla situado na região do vale do Taquari – RS**. 2016. 47 f. Monografia (Graduação em Química) - Centro Universitário Univates, Lajeado, 2016.
- BOUJENANE, I.; HILAL, B. Genetic and non-genetic effects for lactation curve traits in Holstein-Friesian cows. **Archiv für Tierzucht**, v. 55, n. 5, p. 450-457, 2012.
- CAMPOS, R. V.; COBUCI, J. A.; KERN, E. L.; COSTA, C. N.; MCMANUS, C. M. Genetic parameters for linear type traits and milk, fat, and protein production in holstein cows in Brazil. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 28, n. 4, p. 476-484, 2015.
- CANAZA-CAYO, A. W.; LOPES, P. S.; COBUCI, J. A.; MARTINS, M. F.; SILVA, M. V. G. B. da. Genetic parameters of milk production and reproduction traits of Girolando cattle in Brazil. **Italian Journal of Animal Science**, v. 17, n. 1, p. 22-30, 2018.
- CARNEIRO JUNIOR, J. M.; PINHEIRO, A. K.; KOURY FILHO, W.; SILVA, M. S. **Desempenho de reprodutores jovens da Raça Nelore em teste de performance a pasto no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2019. 8 p. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 200).
- CARVALHO, N. S. **Tendências genéticas das características de produção, conformação e manejo de bovinos Gir Leiteiro**. 2018. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
- CERVO, H. J.; LIMA, M. L. P.; NOGUEIRA, J. R.; CARNEIRO, R. L. R. de; SESANA, R. C.; OLIVEIRA, E. J.; EL FARO, L. Economic values for production, functional and fertility traits in milk production systems in Southern Brazil. **Archivos de Zootecnia**, v. 66, n. 255, p. 421-429, 2017.

DORNELES, C. K. P.; RORATO, P. R. N.; COBUCI, J. A.; LOPES, J. S.; WEBER, T.; OLIVEIRA, H. H. de. Persistência da lactação para vacas da raça Holandesa criadas no Estado do Rio Grande do Sul via modelos de regressão aleatória. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1485-1491.

FONSECA NETO, A. M. da; MARTINS, C. F.; MIZIARA, F.; PACHECO, G. R.; CUMPA, H. C. B.; FERREIRA, I. C.; BORGES, J. R. J.; BALBINO, L. C.; TOLETO, M. R. de; SILVA, P. M. R. S. da; GODOY, S. D. **Terceira prova brasileira de produção de leite a pasto do Zebu Leiteiro no Centro de Tecnologias para Raças Zebuínas Leiteiras (CTZL) da Embrapa Cerrados**: caderno de resultados para novilhas da raça Gir Leiteiro. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2019. 41 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 351).

GONZÁLEZ-HERRERA, L. G.; PEREIRA R. J.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L. G. Genetic evaluation of lactation persistency in the Gyr breed by using a two-trait random regression model. **Animal Production Science**, v. 62, n. 3, p. 216, 2022.

HAZEL, L. N. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, v. 28, n. 6, p. 476-490, 1943.

HIETALA, P.; WOLFOVA, M.; WOLF, J.; KANTANEN, J.; JUGA, J. Economic values of production and functional traits, including residual feed intake, in Finnish milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 2, p. 1092-1106, 2014.

LAGROTTA, M. R.; EUCLYDES, R. F.; VERNEQUE, R. da S.; SANTANA JÚNIOR, 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.

LOPES, M. A.; DEMEU, F. A.; COSTA, G. M. da; ROCHA, C. M. B. M.; ABREU, L. R. de; SANTOS, G. dos; FRANCO NETO, A. Influência da contagem de células somáticas sobre o impacto econômico da mastite em rebanhos bovinos leiteiros. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 78, n. 4, p. 493-499, 2011.

LÓPEZ-GATIUS, F. Factors of a noninfectious nature affecting fertility after artificial insemination in lactating dairy cows. A review. **Theriogenology**, v. 77, n. 6, p. 1029-1041, 2012.

MARQUES, L. F. A.; MOTA, R. R. **Avaliação de provas de ganho de peso e características produtivas e reprodutivas de bovinos das raças Nelore e Tabapuã**. Vitória: Vision Eventos, 2009. 6 p.

MARTINS, C. F.; FERREIRA, I. C.; FONSECA NETO, A. M. da; GODOY, S. D.; TOLEDO, M. R. de; MIZIARA, F.; REIS, N. S. **Quinta prova brasileira de produção de leite a pasto do zebu leiteiro no Centro de Tecnologia para Raças Zebuínas Leiteiras da Embrapa Cerrados**: caderno de resultados para novilhas da raça Gir Leiteiro. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2021. 28 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 380).

MARTINS, C. F.; FERREIRA, I. C.; FONSECA NETO, A. M. da; TOLEDO, M. R. de; MIZIARA, F.; BALBINO, L. C.; GODOY, S. D. **Quarta prova brasileira de produção de leite a pasto do zebu leiteiro no Centro de Tecnologias para Raças Zebuínas Leiteiras da Embrapa Cerrados**: caderno de resultados para novilhas da raça Gir Leiteiro. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2020. 39 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 358).

MARTINS, C. F.; FERREIRA, I. C.; FONSECA NETO, A. M. da; TOLEDO, M. R. de; OJEDA, D. B.; GODOY, S. D.; PACHECO, G. R.; CUMPA, H. C. B.; BORGES, J. R. J.; BALBINO, L. C. **Segunda prova brasileira de produção de leite a pasto do zebu leiteiro no Centro de Tecnologias para Raças Zebuínas Leiteiras da Embrapa Cerrados**: caderno de resultados para vacas e novilhas da raça Gir Leiteiro e para novilhas Sindi. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2018. 55 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 345).

MARTINS, C. F.; FERREIRA, I. C.; TOLEDO, M. R. de; MACHADO, C. H. C.; FONSECA NETO, A. M. da; BALBINO, L. C.; GODOY, S. D.; PACHECO, G. R.; CUMPA, H. C. B. **Primeira prova brasileira de produção de leite a pasto do Zebu Leiteiro no Centro de Tecnologias para Raças Zebuínas Leiteiras (CTZL) da Embrapa Cerrados**: caderno de resultados para novilhas da raça Gir Leiteiro. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2016. 41 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 336).

NIKHIL, D.; VATALIYA, P. Heritability of Production and Reproduction Traits in Gir Cattle. **The indian veterinary Journal**, v. 94, n. 7, p. 46–48, 2017.

PANETTO, J. C. do C.; SILVA, M. V. G. B.; VERNEQUE, R. da S.; MACHADO, M. A.; FERNANDES, A. R.; MARTINS, M. F.; REIS, D. R. de L.; ARBEX, W. A.; OLIVEIRA, J. C. de; VENTURA, H. T.; PEREIRA, M. A. **Programa Nacional de Melhoramento do Gir Leiteiro sumário brasileiro de touros**: 3ª avaliação genômica de touros resultado do teste de progênie maio/2020. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2020. 103 p. (Embrapa Gado de Leite. Documentos, 244).

PRATA, M. A. **Índices econômicos de seleção para rebanhos Gir leiteiro**. 2016. 99 f. Tese (Doutorado em Genética) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016.

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.

QIAN, G.; MAHDI, A. Sensitivity analysis methods in the biomedical sciences. **Mathematical Biosciences**, v. 323, p. 1-19, 2020.

REGGIORI, M. R.; TORRES JÚNIOR, R. A. A.; MENEZES, G. R. O.; BATTISTELLI, J. V. F.; SILVA, L. O. C.; ALENCAR, M. M.; OLIVEIRA, J. C. K.; FARIA, F. J. C. Precocidade sexual, eficiência reprodutiva e desempenho produtivo de matrizes jovens Nelore e cruzadas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 6, 2016.

REWE, T. O.; PEIXOTO, M. G. C. D.; CARDOSO, V. L.; VERCESI FILHO, A. E.; EL FARO, L.; STRANDBERG, E. Gir for the Giriana: the case for Zebu dairying in the tropics: a Review. **Livestock Research for Rural Development**, v. 27, n. 8, p. 1-10, 2015.

R. R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2021. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 5 maio 2022.

SILVA, R. M. O.; BOLIGON, A. A.; FERNANDES, A. R.; VERCESI FILHO, A. E.; FARO, L. EL.; TONHATI, H.; ALBULQUERQUE, L. G.; FRAGA, A. B. Estimates of genetic parameters for stayability and their associations with traits of economic interest in Gir dairy cows. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 1, 2016.

SONG, S.; WANG, L. A novel global sensitivity measure based on probability weighted moments. **Symmetry**, v. 13, n. 1, p. 1-12, 2021.

TEODORO, R. L.; VERNEQUE, R. da S.; MARTINEZ, M. L.; CRUZ, M.; PAULA, R. de O.; CAMPOS, J. de P. Estudo de características do sistema mamário e suas relações com a produção de leite em vacas da raça Gir. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 131–135, 2000.

WENCESLAU, A. A.; LOPES, P. S.; TEODORO, R. L.; VERNEQUE, R. da S.; EUCLYDES, R. F.; FERREIRA, W. J.; SILVA, M. de A. e. 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, n. 1, p. 153-158, 2000.

Embrapa

Cerrados

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA



CGPE: 018151