

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



Dissertação

**Escores visuais para aprumos e locomoção, características raciais,
características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo nas raças
Hereford e Braford: variabilidade genética e correlações**

Juliana Salies Souza

Pelotas, 2019

Juliana Salies Souza

**Escores visuais para aprumos e locomoção, características raciais,
características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo nas raças
Hereford e Braford: variabilidade genética e correlações**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientadora: Arione Augusti Boligon

Pelotas, 2019

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S719e Souza, Juliana Salies

Escores visuais para aprumos e locomoção,
características raciais, características sexuais,
pigmentação ocular e tamanho de umbigo nas raças
Hereford e Braford: variabilidade genética e correlações /
Juliana Salies Souza ; Arione Augusti Boligon, orientadora.
— Pelotas, 2019.

85 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação
em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel,
Universidade Federal de Pelotas, 2019.

1. Bovinos de corte. 2. Características morfológicas. 3.
Modelos bayesianos. 4. Pampapulus. 5. Parâmetros
genéticos. I. Boligon, Arione Augusti, orient. II. Título.

CDD : 636.2

Juliana Salies Souza

Escores visuais para aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo nas raças Hereford e Braford: variabilidade genética e correlações

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 28 de fevereiro de 2019, às 14 horas.

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Arione Augusti Boligon (Orientadora)
Zootecnista pela Universidade Federal de Santa Maria. Doutora em Genética e Melhoramento Animal pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - FCAV/UNESP. Professora Adjunta da Universidade Federal de Pelotas.

Prof. Dr. Heden Luiz Marques Moreira
Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Pelotas. Doutor em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRS. Professor Associado III da Universidade Federal de Pelotas.

Marcos Jun-Iti Yokoo
Zootecnista pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – FCA/UNESP. Doutor em Genética e Melhoramento Animal pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - FCAV/UNESP. Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa de Pecuária dos Campos Sul Brasileiros – CPPSul.

Prof. Dr. Rafael Aldrighi Tavares
Médico Veterinário pela Universidade Federal de Pelotas. Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas - UFPel. Professor Adjunto da Universidade Federal de Pelotas.

Dedico esta conquista a minha família,
namorado e em memória aos meus avós,
Antônio Carlos Souza e Albertina Ribeiro
Souza.

Agradecimentos

Nenhuma batalha na vida é vencida sozinha. No transcorrer desta luta, algumas pessoas estiveram presentes ao meu lado e percorreram este longo caminho como verdadeiros guerreiros, estimulando-me para que eu fosse em busca da minha vitória e conquistasse meus sonhos.

Agradeço em primeiro lugar a Deus, pela força espiritual nos momentos mais difíceis, com a perda muito recente de meus avós, tive quedas no meu caminho, que acabaram me deixando frágil e conseqüentemente me tiraram o rumo e o foco no fim da minha jornada.

Agradeço a minha família, que não só neste momento, mas em toda a minha vida, estiveram comigo, se fazendo presentes nos momentos bons e ruins.

A minha mãe, por ter me ensinado a ser uma mulher de fibra, que vai à luta e ao encontro dos seus ideais, uma mulher de caráter, em todas as minhas ações e escolhas de vida. Por ser simplesmente a pessoa que mais dedicou seu tempo a mim e a meus irmãos, nos educando e ensinando os maiores valores da vida. Obrigada mãe, por esta dedicação ininterrupta, por esta compreensão, incentivo e amor incondicional.

Ao meu pai, por me inspirar na escolha profissional desde pequena, por me mostrar os costumes do campo e do homem gaúcho. Por ser meu maior investidor e acreditar no meu potencial.

A memória de meus dindo-avós, Antônio Carlos Souza e Albertina Ribeiro Souza, sei que eles têm um imenso orgulho de mim.

Ao meu namorado, Paulo César Kneib, que compartilhou comigo este momento e esteve a todo o instante me apoiando e incentivando nesta longa caminhada e carreira universitária.

A minha amiga Paula Moreira, que esteve ao meu lado desde o início do mestrado, nas nossas longas tardes e noites de estudos, risadas, choros e alegrias compartilhadas. A ti minha amiga, o meu muito obrigado por se fazer presente.

Ao meu colega de trabalho Daniel Silveira, que em todos os momentos me ajudou e a sanou dúvidas que surgiam ao longo do tempo.

A Associação Brasileira de Hereford e Braford (ABHB), ao Programa Pampapulus e a Embrapa Pecuária Sul pela disponibilização de seus dados e estrutura física para a realização deste trabalho.

A minha orientadora Arione Boligon, pela ajuda e força na ideia e concretização deste projeto, desde o primeiro momento em que estive em sua sala para a realização do meu trabalho de conclusão de curso em 2016. Por ter me dado confiança e permitido trilhar esta caminhada. A você professora, os meus mais sinceros agradecimentos. Muito obrigado.

Ao meu grande amigo e mentor Bruno Teixeira, pela disponibilidade de tempo para conversas, troca de ideias e acompanhamento desde o início. Pelo conhecimento a mim transmitido, conhecimento este que levo para a minha carreira profissional.

“A vida é uma longa corrida onde a persistência e a integridade são absolutamente necessárias para alcançarmos nossas metas. ”

Resumo

SOUZA, Juliana Salies Souza. **Escore visuais para aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo nas raças Hereford e Braford: variabilidade genética e correlações.** 2019. 87 f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Animal) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

A obtenção e utilização de características relacionadas ao desenvolvimento morfológico de bovinos são essenciais na busca por animais que possuam genótipos mais produtivos e, ao mesmo tempo, sejam adaptados ao meio em que serão criados. Dessa forma, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estimar parâmetros e correlações genéticas de escores de aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo e pesos obtidos na desmama e ao sobreano nas raças Hereford e Braford. Informações fenotípicas de 83.088 animais, nascidos entre 2007 e 2017, foram utilizadas em análises bayesianas com modelos uni e bi características. Para os escores visuais, herdabilidades diretas de maiores magnitudes foram estimadas com a utilização de modelo de limiar (variando de $0,039 \pm 0,015$ a $0,196 \pm 0,021$) em comparação ao linear (variando de $0,011 \pm 0,005$ a $0,181 \pm 0,015$). Herdabilidades diretas de $0,15 \pm 0,01$ e $0,20 \pm 0,02$ foram estimadas para os pesos na desmama e ao sobreano, respectivamente. As correlações de classificação entre os valores genéticos preditos com os modelos linear e de limiar para animais com medidas fenotípicas, touros pais de animais com medidas fenotípicas e touros pais de animais com medidas fenotípicas e acurácia acima de 40%, e diferentes proporções de selecionados, variaram de 0,61 a 0,93 (aprumos e locomoção), 0,53 a 0,97 (características raciais), 0,66 a 0,93 (características sexuais), 0,80 a 0,99 (pigmentação ocular) e 0,87 a 0,97 (tamanho de umbigo). Foram estimadas associações genéticas variando de $0,33 \pm 0,01$ a $0,95 \pm 0,01$ entre os escores visuais e peso obtidos na desmama e, de $0,25 \pm 0,11$ a $0,80 \pm 0,02$ entre as mesmas características obtidas ao sobreano. As correlações genéticas estimadas entre os mesmos escores atribuídos na desmama e ao sobreano foram altas e positivas, com valores acima de $0,94 \pm 0,02$. Foram estimadas correlações genéticas variando de $0,42 \pm 0,10$ a $0,99 \pm 0,01$ entre aprumos e locomoção, características raciais e características sexuais. A pigmentação ocular na desmama apresentou correlações genéticas positivas e moderadas com os demais escores avaliados na mesma idade. O tamanho de umbigo na desmama e ao sobreano foi associado positivamente com aprumos e locomoção, características sexuais e pigmentação ocular atribuídos nas mesmas idades, com valores variando de $0,23 \pm 0,03$ a $0,55 \pm 0,06$. Na população avaliada, o modelo de limiar é recomendado nas avaliações genéticas dos escores aprumos e locomoção, características raciais e características sexuais e, para a pigmentação ocular e tamanho de umbigo, ambos os modelos (linear e limiar) podem ser utilizados. Além disso, os escores podem ser obtidos em uma única idade, na desmama ou ao sobreano, pois representam a mesma característica. A seleção para maiores pesos na desmama e ao sobreano deve levar a aumentos em todas as características morfológicas estudadas. As

correlações genéticas positivas estimadas entre a maioria dos escores estudados indicam a possibilidade de selecionar animais que apresentam em conjunto bons aprumos, que se enquadram nos padrões exigidos pela raça e com aspectos sexuais desejados, além de boa pigmentação ocular. Porém, pode levar a maior incidência de lesões prepuciais causadas pelo contato direto com a vegetação devido ao aumento no tamanho do umbigo.

Palavras-chaves: bovinos de corte; características morfológicas, modelos bayesianos; pampapplus; parâmetros genéticos

Abstract

SOUZA, Juliana Salies. **Genetic variability and associations between scores for aplond and locomotion, racial traits, sexual traits, eye pigmentation and navel size with selected measurements in the Hereford and Braford races.** 2019. 87 f. Dissertation (Master in Animal Breeding) – Postgraduate program in Animal Science. Federal University of Pelotas, Pelotas, 2019.

The obtaining and utilization of characteristics related to the morphological development of cattle are essential in the search for animals that have more productive genotypes and, at the same time, are adapted to the environment in which they will be created. Thus, the present work was developed with the objective of estimating parameters and genetic correlations of scores of aplond and locomotion, racial traits, sexual traits, eye pigmentation and size of navel and weights obtained in weaning and yearling of the Hereford and Braford races. Phenotypic information of 83,088 animals, born between 2007 and 2017, was used in bayesian analyses with uni and bi characteristic models. For visual scores, direct heritabilities of higher magnitudes were estimated using a threshold model (ranging from 0.039 ± 0.015 to 0.196 ± 0.021) compared to linear (ranging from 0.011 ± 0.005 to 0.181 ± 0.015). Direct heritabilities of 0.15 ± 0.01 and 0.20 ± 0.02 were estimated for weaning and yearling weights, respectively. The classification correlations between the predicted genetic values with linear and threshold models for animals with phenotypic measures, parent bulls of animals with phenotypic measures and parent bulls of animals with phenotypic measures and accuracy above 40%, and different proportions of selected, ranged from 0.61 to 0.93 (aplond and locomotion), 0.53 to 0.97 (racial traits), 0.66 to 0.93 (sexual traits), 0.80 to 0.99 (eye pigmentation) and 0.87 to 0.97 (navel size). Genetic associations ranging from 0.33 ± 0.01 to 0.95 ± 0.01 were estimated between the visual scores and weight obtained in weaning and from 0.25 ± 0.11 to 0.80 ± 0.02 between the same characteristics obtained from the yearling. The estimated genetic correlations between the same scores attributed in weaning and yearling were high and positive, with values above 0.94 ± 0.02 . Genetic correlations were estimated ranging from 0.42 ± 0.10 to 0.99 ± 0.01 between aplond and locomotion, racial traits and sexual traits. Eye pigmentation in weaning showed positive and moderate genetic correlations with the other scores evaluated at the same age. The size of the navel in the weaning and the yearling was positively associated with aplond and locomotion, sexual traits and eye pigmentation attributed at the same ages, with values ranged from 0.23 ± 0.03 to 0.55 ± 0.06 . In the evaluated population, the threshold model is recommended in the genetic assessments of the scores aplond and locomotion, racial traits and sexual traits, and for eye pigmentation and navel size, both models (linear and threshold) can be used. In addition, the scores can be obtained in a single age, in the weaning or in the yearling, because they represent the same trait. The selection for higher weights in the weaning and the yearling should lead to increases in all the morphological characteristics studied. The positive genetic correlations estimated among most of the studied scores indicate the possibility of selecting animals that present together good aplond, which fall under the standards demanded by the breed and with desired

sexual aspects, besides good eye pigmentation. However, it can lead to a higher incidence of preputial lesions caused by direct contact with the vegetation due to the increase in the size of the navel.

Key-words: beef cattle; bayesian models; morphological traits; pampapulus; genetic parameters;

Lista de Figuras

Figura 1.	Primeiro esquema para a formação da raça Braford.....	23
Figura 2.	Segundo esquema para formação da raça Braford.....	23
Figura 3.	Terceiro esquema para formação da raça Braford.....	24
Figura 4.	Quarto esquema para formação da raça Braford.....	24
Figura 5.	Distribuição dos escores visuais para aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo avaliados na desmama e ao sobreano nas raças Hereford e Braford.....	43
Figura 6.	Distribuição de uma população em uma característica de limiar contendo três escores e dois limiares.....	45

Lista de Tabelas

Tabela 1.	Escore para pigmentação ocular nas raças Hereford e Braford.....	31
Tabela 2.	Estatística descritiva dos escores visuais na desmama e ao sobreano estudados nas raças Hereford e Braford.....	44
Tabela 3.	Componentes de variâncias e herdabilidades estimados com modelos linear e limiar para os escores visuais mensurados na desmama e ao sobreano nas raças Hereford e Braford.....	50
Tabela 4.	Correlações de Spearman (e respectivo número de animais coincidentes) de valores preditos para os escores visuais com a utilização de modelos linear e limiar, considerando diferentes proporções de animais selecionados nas raças Hereford e Braford.....	55
Tabela 5.	Frequências das observações dos escores visuais para aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo avaliadas na desmama e ao sobreano nas raças Hereford e Braford	62
Tabela 6.	Estatística descritiva do peso na desmama e ao sobreano e escores visuais na desmama e ao sobreano estudados nas raças Hereford e Braford.....	63
Tabela 7.	Médias e desvios-padrão dos componentes de variância e herdabilidades estimados para peso na desmama e ao sobreano e escores visuais na desmama e ao sobreano em bovinos das raças Hereford e Braford.....	66
Tabela 8.	Médias e desvios-padrão das correlações genéticas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) entre os pesos e escores visuais mensurados na desmama e ao sobreano em bovinos das raças Hereford e Braford	70

Sumário

1. Introdução.....	15
2. Objetivos.....	18
2.1 Objetivos Gerais.....	18
2.2 Objetivos Específicos.....	18
3. Hipóteses.....	19
4. Revisão Bibliográfica.....	20
4.1 Raças Hereford e Braford.....	20
4.1.1 Raça Hereford.....	20
4.1.2 Raça Braford.....	21
4.1.2.1 Formação da raça Braford.....	23
4.2 Programa Pampapulus.....	24
4.2.1 Características avaliadas pelo Pampapulus.....	25
4.2.2 Índice de Qualificação Genética (IQG).....	26
4.3 Escores Visuais.....	27
4.3.1 Aprumos e Locomoção.....	27
4.3.2 Características Raciais.....	28
4.3.3 Características sexuais.....	30
4.3.4 Pigmentação Ocular.....	31
4.3.5 Tamanho de Umbigo.....	32
5. Correlações genéticas.....	32
6. Análises estatísticas: modelos lineares e limiares.....	36
7. Capítulo 1 – Variabilidade genética de escores visuais para aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo nas raças Hereford e Braford.....	38
7.1 Introdução.....	38
7.2 Materiais e Métodos.....	40
7.2.1 Animais e características avaliadas.....	40
7.2.2 Grupos de contemporâneos (GC).....	41
7.2.3 Análises genético-quantitativas.....	45
7.3 Resultados e discussão.....	47
7.4 Conclusões.....	56
8. Capítulo 2 – Parâmetros e associações genéticas de escores visuais para aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo nas raças Hereford e Braford.....	57
8.1 Introdução.....	57
8.2 Materiais e Métodos.....	59
8.2.1 Animais e características avaliadas.....	59
8.2.2 Grupos de contemporâneos (GC).....	60
8.2.3 Análises genético-quantitativas.....	64
8.3 Resultados e discussão.....	65
8.4 Conclusões.....	75
Referências.....	76
Anexos.....	84

1. Introdução

Na região sul do Brasil, a produção de carne bovina ocorre, basicamente, em condições extensivas em campo nativo e campo nativo melhorado, sendo importante a utilização de animais geneticamente adaptados a estas condições. A pecuária de corte nesta região tem alcançado bons índices de produtividade e eficiência quando o rebanho e as pastagens são bem manejados, além da adoção de boas práticas de seleção, acasalamento e melhoramento genético (YOKOO et al., 2015).

Existem duas maneiras de se melhorar a produtividade animal. Uma delas refere-se a mudanças no meio ambiente, como manejo, nutrição e sanidade e, a outra, ao melhoramento genético que, apesar de causar menor impacto à primeira vista, a cada geração selecionada são esperadas melhorias no desempenho dos animais, uma vez que os ganhos genéticos são permanentes e cumulativos (CARDELLINO & ROVIRA, 1987).

A seleção de animais visando um biótipo adequado ao sistema produtivo é um aspecto determinante para aumentar a eficiência econômica da empresa rural, se tornando uma condição primordial para a sustentabilidade da atividade pecuária. Neste sentido, escores de avaliação visual têm sido incluídos em programas de melhoramento genético, com o objetivo de selecionar animais que contemplam um maior número de características relevantes e melhores aspectos morfológicos relacionados ao biótipo (FARIA et al., 2009).

Para que melhorias genéticas sejam obtidas, várias características (observáveis ou mensuráveis) expressas pelos animais precisam ser monitoradas (ROSA et al., 2013). Entretanto, apenas algumas dessas medidas, geralmente as de maior interesse econômico, de fácil obtenção e herdáveis, como as relacionadas ao crescimento, reprodução, carcaça e produtividade, são consideradas no desenvolvimento dos índices utilizados por programas de melhoramento na seleção dos animais. Sobre outra perspectiva, existem características que mesmo não sendo

incorporadas nos índices de seleção, são mensuradas e avaliadas geneticamente para que os criadores com objetivos mais específicos possam utilizar.

No programa de avaliação genética das raças Hereford e Braford - Pampapulus, algumas características se destacam e devem ser estudadas de maneira mais relevante, que são aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo. Essas medidas são atribuídas por técnicos credenciados através de avaliações visuais por escores, sendo que algumas delas podem desclassificar o animal durante a avaliação como, por exemplo, características raciais, tamanho de umbigo, além da pigmentação ocular para a raça Braford.

Apesar da importância que as características morfológicas apresentam para bovinos mantidos em condições extensivas, estudos com essas medidas ainda são escassos. Além disso, são observadas variações nos valores das herdabilidades estimadas para os escores visuais em diferentes populações (LIMA et al., 2013; BOLIGON et al., 2016; ABREU et al., 2017; RAIDAN et al., 2017; REIMANN et al., 2018), que podem ser explicadas pelas diferenças na obtenção fenotípica das medidas e nos modelos utilizados nas análises, bem como na variabilidade genética presente em diferentes rebanhos ou raças avaliadas.

Poucos trabalhos foram desenvolvidos visando determinar a magnitude e o sentido das associações genéticas existentes entre os escores para aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo, em diferentes idades e entre os diferentes escores, limitando-se basicamente a correlações com pesos e ganhos em peso. Esse conhecimento é fundamental na indicação de quais características devem ser utilizadas como critérios de seleção.

Nos rebanhos estudados, os animais são selecionados com base em um índice composto pelo potencial genético para o total materno na desmama, ganho em peso da desmama ao sobreano, peso ao sobreano, musculatura, estatura corporal e perímetro escrotal. De modo geral, essas são características estudadas e aperfeiçoadas em programas de melhoramento genético de bovinos de corte, pois são características de maior importância e, portanto, obtidas rotineiramente. Entretanto, estudos com características consideradas como secundárias, como os escores visuais para características raciais, características sexuais, aprumos e locomoção, tamanho de umbigo e pigmentação ocular são essenciais na busca por

animais que possuem genótipos mais produtivos e, ao mesmo tempo, sejam adaptados ao meio ambiente.

De modo geral, características morfológicas estão sendo utilizadas como medidas auxiliares na seleção e por criadores com objetivos mais específicos. Em termos práticos, estudos com foco em diferentes escores atribuídos visualmente para o desenvolvimento morfológico de bovinos são relevantes para a obtenção de animais com excelentes méritos genéticos não somente para o desempenho produtivo e reprodutivo, mas também para melhor funcionalidade e adaptação às condições ambientais em que os mesmos serão criados, podendo proporcionar redução nos custos de produção.

2. Objetivos

2.1 Objetivo geral

Avaliar geneticamente os escores visuais atribuídos para aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo em animais das raças Hereford e Braford.

2.2 Objetivos específicos

Estimar os parâmetros genéticos dos escores visuais para aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo na desmama e ao sobreano.

Comparar a utilização de modelos linear e de limiar na estimação de parâmetros genéticos para escores visuais relacionados ao desenvolvimento morfológico de bovinos.

Estimar a magnitude das correlações genéticas existentes entre os mesmos escores visuais obtidos na desmama e ao sobreano, entre os diferentes escores e entre esses escores com os pesos na desmama e ao sobreano.

3. Hipóteses

Os escores visuais atribuídos para as características raciais, características sexuais, aprumos e locomoção, umbigo e pigmentação ocular apresentam variabilidade genética na população de bovinos das raças Hereford e Braford avaliada pelo Programa de Melhoramento Genético – Pampapulus.

Existem diferenças nos parâmetros genéticos estimados com a utilização de modelos linear e de limiar para os escores visuais relacionados a morfologia de bovinos.

São esperadas correlações genéticas favoráveis entre os escores para aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo.

4. Revisão Bibliográfica

4.1 Raças Hereford e Braford

4.1.1 Raça Hereford

De acordo com a Associação Brasileira de Hereford e Braford (ABHB, 2017), o gado Hereford tem registro de origem no condado inglês de Herefordshire, no oeste da Inglaterra. Esses bovinos chamavam a atenção pelo tamanho, resistência e aptidão para a produção de carne. Os animais desta raça foram formados a partir de um tipo de bovino que predominava por muitos séculos em Herefordshire, com difusão a nível mundial durante a Revolução Industrial. A demanda por carne enlatada fez com que os criadores buscassem animais de alta eficiência alimentar, férteis, precoces e, principalmente, grandes produtores de carne, que veio a se tornar conhecida como raça Hereford.

Em 1742, Benjamin Tomkins, considerado o criador da raça, deu início ao seu rebanho a partir de quatro animais, sendo três vacas e um bezerro, este progenitor de uma vaca cuja pelagem era cinza. Posteriormente, outros criadores que buscavam mais economia na alimentação, através de animais com aptidão natural para crescer e ganhar peso em campos nativos ou grãos, além de maior rusticidade, precocidade e prolificidade, mostraram maior interesse na raça. A família Tomkins realizou consideráveis cruzamentos consanguíneos, já que criavam e utilizavam seus próprios touros, tendo a rapidez no acabamento e produção de carne como o único critério qualitativo de seleção dos animais. Nesta época, não havia interesse por características de pelagem, que eram consideradas secundárias e de menor importância (ABHB, 2015).

Quando já estavam determinadas e pré-estabelecidas as características funcionais, houve uma controvérsia sobre o padrão de pelagem e marcas ideais que deveriam ser adotadas como típicos da raça Hereford. No início do século XIX, encontravam-se animais com pelagens vermelha de cara branca, vermelha de cara salpicada, cinza clara e parda. Posteriormente, com a predominância da pelagem

vermelha e branca, acabou-se por adotar estas características como a “marca de pureza” da raça Hereford (ABHB, 2015).

Os animais da raça Hereford estão presentes em praticamente todos os continentes. A raça representa atualmente um dos maiores rebanhos dos Estados Unidos, seguido pelo Canadá, Nova Zelândia, Austrália, Argentina, Uruguai e sul do Brasil. O primeiro exemplar da raça chegou ao Brasil em 1906, no ano seguinte foi efetivado o Livro de Registros Genealógicos “*Herd Book*”, tanto para animais aspados (Hereford) quanto para mochos (Polled Hereford). Na ocasião foi registrado um touro proveniente da Argentina, adquirido pelo criador Laurindo Brasil, de Bagé/RS. Em 1910 começaram os registros dos primeiros ventres, oriundos do Uruguai (ABHB, 2014).

A raça Hereford e sua variedade Polled Hereford foram se expandindo no país, principalmente na região sul devido à maior adaptabilidade ao clima temperado e ao bioma pampa, semelhantes à sua origem. Nessa região esses animais também são conhecidos como “Gado Pampa”.

Os animais da raça Hereford possuem temperamento dócil e de fácil manutenção, com estrutura harmoniosa e bem constituída. Apresentam boa fertilidade, grande habilidade materna e repetição de prenhez. São precoces e eficientes ao pastoreio ou em confinamento, com terminação excelente, produzindo carcaças de tamanho moderado, destacando-se a qualidade e bom rendimento dos cortes, apresentando marmorização no seu produto final (ABHB, 2014).

4.1.2 Raça Braford

O Braford foi desenvolvido pela primeira vez em 1946, quando a genética de animais da raça Brahman foi introduzida em um rebanho Hereford, em Central Queensland, Austrália, para combater os prejuízos causados pelo carrapato e carcinoma ocular. Em 1962, um grupo de pecuaristas visionários reuniu-se em Rockhampton, com a intenção de formar uma organização para representar a raça Braford no país, a *The Australian Braford Society* (ABS, 2015).

A raça Braford reúne características importantes das duas raças formadoras, tais como: fertilidade, precocidade, docilidade, qualidade de carne, capacidade de adaptação aos trópicos, resistência aos ectoparasitas (CARDOSO et al., 2015), rusticidade e rendimentos de carcaça (FREITAS et al., 2014).

No Brasil, a raça Braford surgiu em meados dos anos 60, mais precisamente em 1967. De acordo com relatos, o criador Rubem Silveira Vasconcellos foi o pioneiro em sua criação. Proprietário da Fazenda Santa Clara, em Rosário do Sul/RS, iniciou a importação de animais zebuínos da raça Brahman visando o cruzamento destes animais com bovinos da raça Hereford, com o intuito de criar uma nova raça mestiça. Porém, esse trabalho foi suspenso quando o Ministério da Agricultura do Brasil proibiu as importações da raça Brahman no início dos anos 70 até 1994, fazendo com que o criador e proprietário, para concretizar seu trabalho, opta-se pelo cruzamento com zebuínos da raça Tabapuã, estes já criados na propriedade. Apesar disso, a continuidade do trabalho de desenvolvimento da “nova raça” deu-se na grande maioria com a raça zebuína Nelore que já era intensivamente criada no centro oeste, sudeste e norte do país (DUARTE, 2012).

Após anos da introdução de animais zebuínos no estado, produtores e técnicos começaram a trabalhar em conjunto, em projetos de cruzamentos de bovinos das raças Hereford e zebuínas, com a ideia de obter uma raça com genótipos zebuínos e taurinos, procurando manter boa rusticidade e adaptabilidade. Durante esse período, surgiu o Braford Santa Clara, selecionado e utilizado por Rubem Silveira Vasconcellos e o Pampiano Braford, produzido pelo Núcleo Fronteira Oeste de Criadores Hereford (AHBH, 2015).

A partir da década de 80, a Associação Brasileira de Criadores de Hereford e Polled Hereford (ABCHPH), posteriormente chamada de Associação Brasileira de Hereford e Braford (ABHB), com o apoio da Embrapa Pecuária Sul, iniciou o a unificação dos rebanhos de animais Braford que já estavam sendo selecionados visando a formação da raça Braford. Em 1983 a associação começou o controle de registros de composição genética dos animais e o cadastramento dos criadores que estavam realizando os cruzamentos para a formação da raça. Nascia então a raça Pampiano Braford, que após um curto período de tempo passou a ser chamada de Braford (ABHB, 2015).

A partir dos resultados de pesquisas agropecuárias, através da Secretaria da Agricultura, o Rio Grande do Sul foi um dos primeiros estados a exercitar com ênfase os cruzamentos entre animais europeus e zebuínos. Os trabalhos iniciados na década de 50 e 60 tiveram seus primeiros resultados nos anos de 70 e 80, proporcionando um impacto positivo no setor produtivo (LEAL, 2001). Atualmente, a raça Braford reúne características importantes das duas raças formadoras, tais

como, fertilidade, precocidade, docilidade, qualidade de carne, capacidade de adaptação aos trópicos, resistência aos ectoparasitas (CARDOSO et al., 2015), rusticidade e rendimentos de carcaça (FREITAS et al., 2014).

4.1.2.1 Formação da Raça Braford

O Serviço de Registro Genealógico da ABHB possui disponível em seu acervo uma tabela de cruzamentos com as referentes composições genéticas para a formação da raça Braford. Porém, para melhor entendimento do produtor e melhor visualização, o pesquisador da Embrapa Pecuária Sul, Joal Brazzale Leal, esquematizou os quatro possíveis cruzamentos para formação da raça, representados nas Figuras 1, 2, 3 e 4.

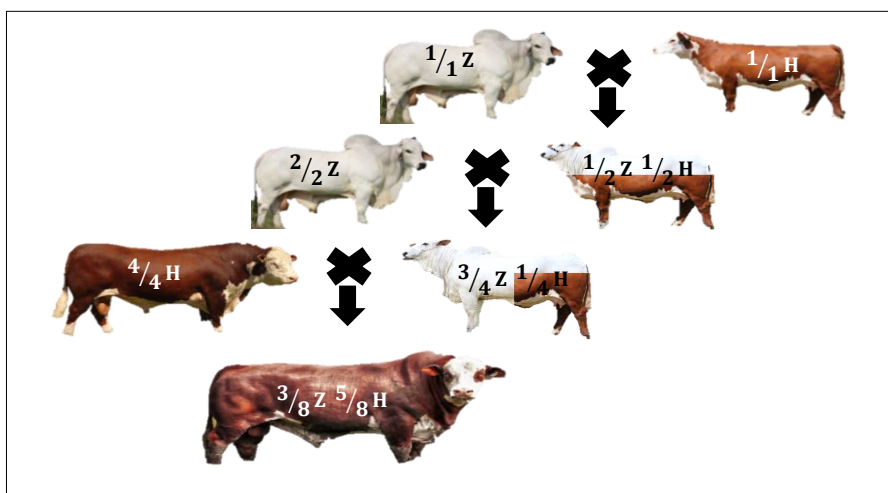


Figura 1. Primeiro esquema para a formação da raça Braford (Z = zebuíno, H = Hereford).

Fonte: Adaptado de Caderno de Atualização Técnica e Julgamento das raças Hereford e Braford.

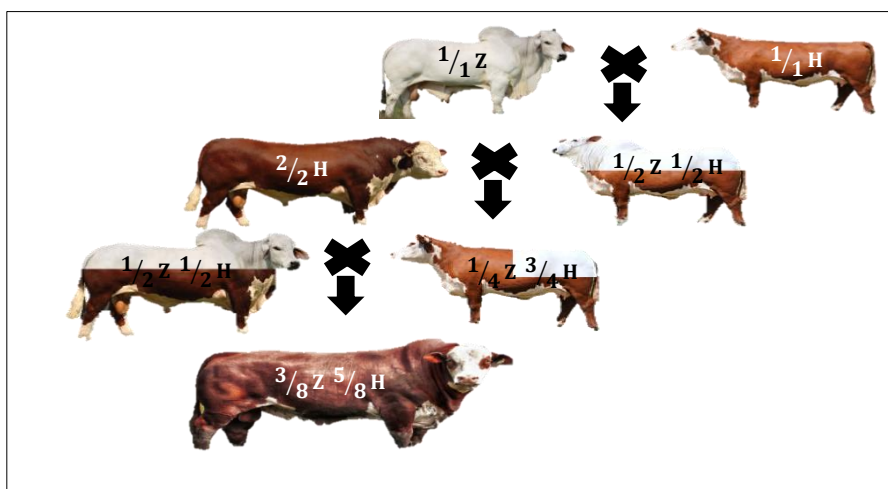


Figura 2. Segundo esquema para a formação da raça Braford (Z = zebuíno, H = Hereford).

Fonte: Adaptado de Caderno de Atualização Técnica e Julgamento das raças Hereford e Braford.

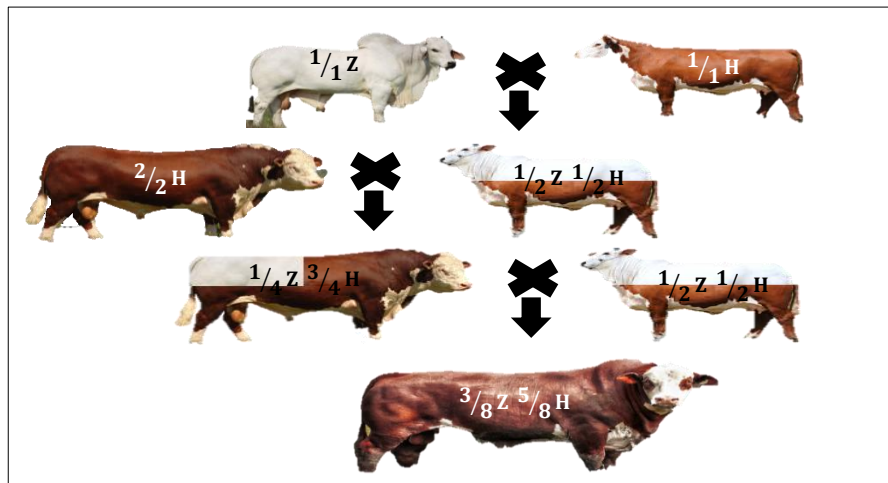


Figura 3. Terceiro esquema para a formação da raça Braford (Z = zebuíno, H = Hereford).

Fonte: Adaptado de Caderno de Atualização Técnica e Julgamento das raças Hereford e Braford.

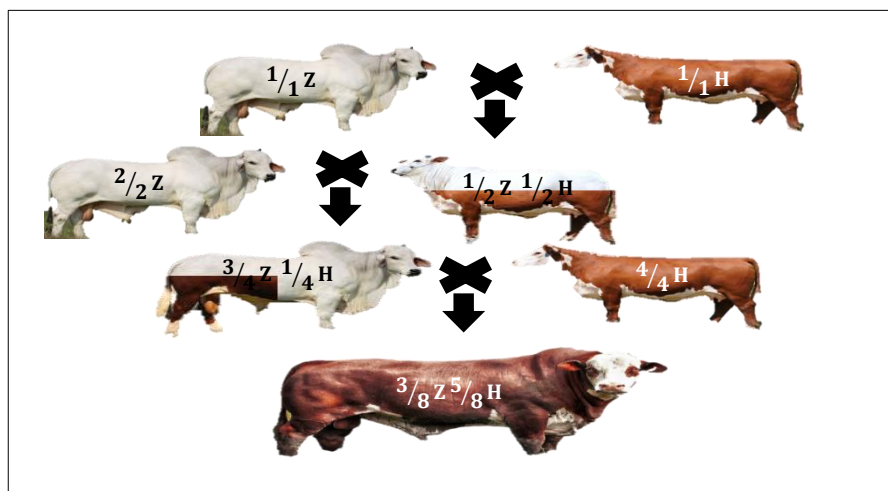


Figura 4. Quarto esquema para a formação da raça Braford (Z = zebuíno, H = Hereford).

Fonte: Adaptado de Caderno de Atualização Técnica e Julgamento das raças Hereford e Braford.

É considerado Braford um animal produzido do cruzamento sob controle de genealogia, que possua composição racial aproximada de $\frac{3}{8}$ Zebuíno e $\frac{5}{8}$ Hereford (composição genética final) e produtos de cruzamentos intermediários, podendo este animal ser $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$ ou $\frac{5}{8}$ de composição zebuína.

4.2 Programa Pampaplus

O Pampaplus é um programa de avaliação e melhoramento genético de animais das raças Hereford e Braford, disponibilizado aos associados da ABHB. O programa tem como objetivo dar suporte aos criadores na utilização e melhoramento dos recursos genéticos disponíveis; proceder à avaliação de reprodutores, matrizes

e animais jovens para características produtivas e reprodutivas, visando maior produtividade por quilogramas/hectare com menores custos; disponibilizar informações e ferramentas de suporte para a escolha mais precisa de animais com boa eficiência reprodutiva, bom ganho de peso, precocidade sexual e de terminação, além de adequado desenvolvimento muscular e estrutural; fornecer predições de valores genéticos para características de interesse, possibilitando a utilização de animais geneticamente superiores aos criadores e ofertando ao mercado consumidor uma genética de qualidade comprovada (CARDOSO & LOPA, 2017).

As avaliações genéticas realizadas no programa Pampapplus ocorrem em duas fases da vida dos animais, na desmama e ao sobreano e, como resultados, são apresentados os valores genéticos preditos para cada característica de interesse, com a finalidade de indicar ao criador quais as vantagens obtidas em usar determinados reprodutores ou matrizes. O programa é uma ferramenta essencial na seleção genética de ambas as raças. O sistema é fundamentado em informações fornecidas muitas vezes pelos criadores e, por este motivo, tem grande importância o conhecimento da regulamentação que envolve. Quanto mais criterioso é o sistema de anotação e processamento dos dados recebidos, mais fidedignas serão as informações zootécnicas que serão utilizadas para o melhoramento genético e, conseqüentemente, o progresso genético.

Existem alguns elementos necessários para que o produtor possa participar do programa Pampapplus. Segundo Cardoso & Lopa (2017), o criador deve realizar as medidas e avaliações através de um técnico credenciado e cumprir algumas exigências mínimas de controle do rebanho, como: possuir tatuadeira, brincos e/ou marcas para numeração permanente e única para cada animal; possuir balança individual (eletrônica ou mecânica) aferida para a pesagem dos animais nas duas fases da avaliação (desmama e sobreano); mangueiras para o manejo dos animais; ter definido e quantificado o rebanho ou núcleo a ser controlado; ter o controle da estação reprodutiva, com um período definido da estação de monta e controle dos nascimentos, anotando ocorrências e identificando os animais ao nascer e datas de nascimento.

4.2.1 Características avaliadas pelo Pampapplus

Nas avaliações genéticas realizadas pelo Pampapplus são utilizadas medidas objetivas e de escores visuais. As mensurações são obtidas por técnicos

capacitados, treinados e credenciados pelo programa, a fim de serem preditas as diferenças esperadas na progênie (DEP's) e calculado o Índice de Qualificação Genética (IQG).

As medidas objetivas são divididas em características obrigatórias e opcionais. As obrigatórias são características essenciais para o IQG e devem ser avaliadas em todos os animais do rebanho. São elas: peso ao desmame, peso ao sobreano, perímetro escrotal ao sobreano e data de todos os partos de fêmeas. As características opcionais são aquelas que possibilitam ao criador gerar seu próprio índice, levando em consideração outras características que não compõem o IQG. São elas: peso ao nascer, assistência ao parto, peso da vaca ao desmame, avaliação por ultrassonografia ao sobreano e altura da garupa ao sobreano.

Os escores visuais também são divididos em características obrigatórias e opcionais. As características obrigatórias são o escore para musculatura, estatura, características raciais, aprumos e locomoção e características sexuais e, as opcionais, o escore para estrutura, condição corporal da vaca ao desmame, tamanho de umbigo e pigmentação ocular. Alguns desses escores são atribuídos em relação ao seu grupo contemporâneos como, por exemplo, escore para musculatura, estatura e estrutura. Por outro lado, os escores para características raciais, características sexuais, aprumos e locomoção, condição corporal da vaca ao desmame, tamanho de umbigo e pigmentação ocular são avaliados em relação a padrões pré-estabelecidos, ou seja, o animal não é comparado aos demais do mesmo grupo contemporâneos e sim a padrões estabelecidos pelo programa.

4.2.2 Índice de Qualificação Genética (IQG)

O IQG é um valor classificatório único que tem por objetivo agregar a contribuição genética de um animal nas características escolhidas para a seleção, considerando-se os respectivos graus de importância para cada uma delas. Para compor o índice, as DEP's são padronizadas, dividindo-se seus valores absolutos pelos respectivos desvios-padrão, são multiplicadas pelo seu valor de importância proporcional no índice, gerando um valor único que classifica os animais (CARDOSO, 2017).

Atualmente, o IQG é composto pelo total materno na desmama (30%), ganho em peso pós desmama até o sobreano (15%), peso ao sobreano (15%), escore para musculatura (12,5%) e escore para estatura corporal (12,5%), totalizando 85% de

características produtivas, além do perímetro escrotal ao sobreano (15%), que representa o restante de características reprodutivas.

4.3 Escores visuais

Diversos programas de melhoramento genético de bovinos de corte utilizam atribuições visuais por escores na avaliação dos animais. Esse tipo de avaliação constitui uma importante ferramenta na seleção, pois permite identificar animais com biótipos equilibrados, adaptados aos sistemas de produção e atendendo as exigências do mercado, de maneira rápida, porém objetiva e eficiente (FARIA et al., 2009; KOURY FILHO et al., 2009; REIMANN et al., 2015; TAVEIRA et al., 2016).

4.3.1 Aprumos e Locomoção

Em geral, os rebanhos bovinos são manejados de maneira extensiva no Brasil, o que torna a característica de aprumos e locomoção um item importante. Animais com aprumos defeituosos não apresentam harmonia no seu conjunto estrutural e, conseqüentemente, as demais características podem perder a sua função, afetando a produtividade.

Uma boa estrutura óssea e bons aprumos são cruciais para o animal percorrer maiores distâncias em busca de alimento e água, além de serem importantes na estação reprodutiva para um bom desempenho, principalmente de reprodutores machos (SANTANA et al., 2013). De modo semelhante, Koury Filho & Tramonete (2015) relataram que indivíduos com bons aprumos são essenciais, tanto para os machos efetuarem a monta com eficiência, como para as fêmeas suportarem o peso do macho durante a cópula, além de estar relacionado ao tempo de permanência dos indivíduos no rebanho. Por outro lado, animais com problemas de aprumos e locomoção, articulações e até mesmo nos cascos têm sua vida útil reduzida, justificando a obtenção e seleção para o escore de aprumos e locomoção.

Para as raças Hereford e Braford, as notas dadas para a característica de aprumos e locomoção variam de 1 a 3, sendo 1 deficiente, 2 aceitável e 3 bom. Os animais são avaliados parados e em movimento nas posições frontal, lateral e posterior.

Na literatura são relatadas herdabilidades de magnitudes baixas a moderadas para o escore de aprumos em bovinos de corte. Na raça Nelore, Koury Filho et al. (2002) estimaram herdabilidade de 0,35 para o escore de aprumos variando de 1 a 5, mensurado na desmama e utilizando modelo linear. Para a mesma raça, mas

utilizando um modelo de limiar e escore de pernas e pés ao sobreano com valores de 1 (animal com defeitos) ou 0 (animal sem defeitos), Vargas et al. (2017) reportaram herdabilidade de $0,18 \pm 0,04$. Posteriormente, para o mesmo escore, porém, variando de 1 (menos desejável) a 5 (mais desejável) e atribuído para os 20% animais superiores de acordo com o índice de seleção adotado na população, os autores estimaram maior valor de herdabilidade ($0,39 \pm 0,07$). Cabe destacar que animais que ao sobreano apresentaram defeito (escore 1) não eram candidatos e, conseqüentemente, não foram avaliados na segunda fase. Lima et al. (2013), utilizando modelo linear e Abreu et al. (2017) modelo de limiar, estimaram herdabilidades de baixa ($0,05 \pm 0,01$) e moderada ($0,39 \pm 0,04$) magnitudes, respectivamente, para o escore de pernas e pés variando de 1 a 4 e atribuído a bovinos da raça Nelore.

Outra característica obtida visualmente e relacionada à capacidade de locomoção e sustentação dos animais é a estrutura óssea, além de ser um fator importante na composição da carcaça. Utilizando o escore de estrutura óssea (pernas e jarretes) de animais da raça Nelore, variando de 1 a 3 e utilizando um modelo de limiar, Santana et al. (2013) estimaram herdabilidade de mediana magnitude (0,26). De modo semelhante, no entanto utilizando modelo linear, Miglior et al. (1994) estimaram herdabilidade de $0,22 \pm 0,23$ para o escore de desenvolvimento ósseo variando de 1 a 9, em bovinos da raça Limousin. De modo geral, esses resultados indicam que a utilização de reprodutores com melhor mérito genético para o escore de estrutura ou desenvolvimento ósseo deve levar a ganhos genéticos em futuras gerações.

4.3.2 Características Raciais

As características raciais são determinadas por um conjunto de caracteres fenotípicos, tais como pelagem, conformação, biótipo e desempenho produtivo, que definem uma população de animais como pertencentes ao mesmo grupo genético ou raça (CARDOSO & LOPA, 2016). Para a ABHB, existem algumas normas que devem ser seguidas para manter-se o padrão racial dos animais de cada raça, lembrando que determinados componentes estão associados à funcionalidade dos indivíduos, não sendo apenas padrões de beleza. Além disso, as características raciais, ou seja, aquelas que englobam o padrão de cada raça tornam-se uma ferramenta auxiliar em negociações comerciais de animais e em sua adaptação ao

ambiente. De acordo com De Melo e Moura (2012), as características raciais servem como um distintivo comercial e de alto valor no mercado, o que justifica a sua inclusão em programas de melhoramento genético.

No Brasil, a avaliação genética do escore de aspectos ou características raciais tem como objetivo identificar os animais que melhor se ajustam ao perfil de cada raça. Dessa forma, touros com DEP's mais elevadas são preferidos, pois tendem a produzir progênies com características mais próximas dos padrões da raça (BOLIGON et al., 2016).

Para as raças Hereford e Braford, as notas dadas para as características raciais variam de 1 a 3, sendo o valor 1 atribuído para animais fora do padrão, 2 para um padrão admissível e 3 para animais dentro do padrão. Os animais são avaliados de acordo com as características previstas nos padrões raciais para cada raça.

Em rebanhos da raça Nelore são reportadas baixas a moderadas herdabilidades para características raciais e utilizando diferentes metodologias de atribuição visual. Utilizando um modelo linear, Koury Filho et al. (2002) estimaram herdabilidade de 0,34 para aspectos raciais mensurado na desmama com escore variando de 1 a 5. Por outro lado, utilizando um modelo de limiar, Faria et al. (2009) obtiveram valores de herdabilidade variando de 0,18 a 0,22 para aspectos raciais mensurados em animais aos 8, 15 e 22 meses de idade e em vacas adultas. Avaliando dados de escore variando de 1 a 4 para o padrão racial de machos inteiros participantes de provas de ganho em peso a pasto, Lima et al. (2013) estimaram herdabilidade de menor magnitude ($0,15 \pm 0,02$) com modelo linear. De modo semelhante, Boligon et al. (2016) obtiveram herdabilidades de $0,138 \pm 0,005$ e $0,146 \pm 0,016$ para o escore de caracterização racial atribuído ao sobreano, com a utilização de modelo animal linear e de limiar, respectivamente.

Recentemente, Abreu et al. (2017) estimaram herdabilidade de moderada magnitude ($0,34 \pm 0,04$) para o escore de características raciais de animais da raça Guzerá, atribuído por notas de 1 a 4 e avaliado com um modelo animal de limiar. Para animais das raças Hereford e Braford, Reimann et al. (2018) utilizando modelo de limiar, reportaram herdabilidade semelhante ($0,33 \pm 0,02$), porém com atribuição visual variando de 1 a 5.

4.3.3 Características Sexuais

As características sexuais são importantes, pois todo o animal deve apresentar caracteres próprios do seu sexo, ou seja, fêmeas com aspecto feminino e machos com aspecto masculino, demonstrando assim equilíbrio hormonal. De modo geral, os bovinos passam por uma série de eventos que são influenciados pelo sexo (DONOFRE & CASTRO, 2015). Com a chegada da puberdade há um acréscimo na produção de hormônios, seguido da diferenciação sexual secundária, ou seja, os animais começam a realçar as características entre machos e fêmeas, características estas que contribuem para muitos aspectos de interesse zootécnico e econômico.

As características sexuais são geralmente avaliadas por escore atribuído visualmente, considerando os órgãos genitais externos dos animais. Nas fêmeas observa-se a vulva e o aparelho mamário, este demonstrando habilidade materna e, nos machos buscam-se testículos e escroto de tamanho adequado, mostrando o desenvolvimento testicular, além de se avaliar o posicionamento do prepúcio. Em ambos os sexos, os genitais externos devem ser funcionais, de desenvolvimento harmônico e condizer com a idade do animal, buscando a precocidade sexual. De acordo com Cardoso & Lopa (2016), devem ser valorizados aqueles animais que exibam esta precocidade sexual, ou seja, aqueles animais que com menor idade cronológica já manifestam os caracteres preditos. Ainda segundo esses autores, a observação da masculinidade e feminilidade é indicativo de que a concentração de hormônios atuantes no sistema reprodutivo do animal apresenta índices desejáveis.

Para as raças Hereford e Braford, as notas dadas para as características sexuais variam de 1 a 3, sendo 1 deficiente, 2 aceitável e 3 bom.

Na literatura são reportadas herdabilidades de diferentes magnitudes para o escore de características sexuais. Avaliando o escore de sexualidade na desmama de animais da raça Nelore, Koury Filho et al. (2002) reportaram herdabilidade direta moderada de 0,23, utilizando um modelo animal linear. Para a mesma raça e escore variando de 1 a 4, porém atribuído a tourinhos mantidos em provas de ganho em peso a pasto, Passafaro et al. (2013) estimaram herdabilidades de 0,27 e 0,34 ao utilizarem modelos animais linear e de limiar, respectivamente.

Para machos da raça Nelore participantes de provas de desempenho, Lima et al. (2013) relataram baixa herdabilidade ($0,13 \pm 0,01$) para o escore de características

sexuais, utilizando modelo animal linear, indicando uma reduzida resposta na seleção para esse escore. Resultados similares foram reportados por Fair et al. (2014) para a raça Brahman e utilizando modelo animal linear, com herdabilidade de 0,06. Por outro lado, utilizando modelo animal de limiar, Abreu et al. (2017) relataram maior variabilidade genética para o escore de sexualidade em rebanhos da raça Guzará, com herdabilidade de $0,46 \pm 0,04$.

4.3.4 Pigmentação Ocular

A pigmentação ocular é uma característica importante para a raça Hereford, apesar de não ser uma característica obrigatória para os padrões raciais. Por outro lado, para a raça Braford é obrigatória para o padrão racial e registro genealógico. De acordo com Minho et al. (2015), na raça Hereford a prevalência do surgimento de carcinoma de células escamosas ocular (CCEO) é maior em relação a outras raças comumente criadas de maneira extensiva, devido aos animais apresentarem pelagem de cor branca na face, tipicamente na região ocular. Portanto, a seleção para pigmentação ocular pode reduzir a ocorrência de CCEO. Alguns autores (CENA & MONTEITH, 1975; MCARTHUR, 1987) citam a raça Hereford como predisposta a CCEO devido à reduzida pigmentação ocular. Reimann et al. (2018) mencionaram que características relacionadas a adaptação dos animais, como a pigmentação ocular, devem ser consideradas nos critérios de seleção das raças Hereford e Braford, principalmente devido as altas temperaturas e alta radiação ultravioleta típica de regiões tropicais. Além disso, a ABHB juntamente com técnicos credenciados está preferindo registrar animais que exponham o globo ocular menos proeminente possível, refletindo em uma maior proteção.

As notas dadas para a pigmentação ocular de animais das raças Hereford e Braford variam de 1 a 5 (Tabela 1).

Tabela 1. Escore para pigmentação ocular para as raças Hereford e Braford.

Raças	Escore para pigmentação ocular				
	1	2	3	4	5
Hereford	Ausência	Traços	Razoável	Boa	Excelente
Braford	Ausência	Traços leves	Boa	Excelente	Excelente

De maneira geral, são reportadas herdabilidades de diferentes magnitudes para a pigmentação ocular em bovinos de corte. Em rebanhos das raças Hereford e Braford, Teixeira et al. (2015) e Piccoli et al. (2017) reportaram herdabilidades de

0,18 e 0,20, respectivamente, para o escore de pigmentação ocular atribuído com notas de 1 a 5 e utilizando modelo animal linear. Por outro lado, utilizando um modelo de limiar, Reimann et al. (2018) estimaram maior valor de herdabilidade ($0,46 \pm 0,02$) para escore de pigmentação ocular em animais das mesmas raças, porém com notas variando de 1 a 3. De modo geral, esses estudos indicam a possibilidade de se obter ganhos genéticos mediante a seleção para a característica, o que deverá minimizar os prejuízos causados por enfermidades ligadas a ausência de pigmentação ocular em bovinos das raças Hereford e Braford.

4.3.5 Tamanho de Umbigo

O tamanho e posição do umbigo e prepúcio são características funcionais, sendo avaliadas visualmente por escore, considerando o tamanho, forma e pendulosidade da prega umbilical em fêmeas e, nos machos, também se observa o posicionamento do prepúcio. De modo geral, os animais são selecionados de acordo com os critérios adotados para cada raça. Animais com umbigos maiores ou com mau direcionamento são mais suscetíveis a patologias ocasionadas por traumatismos causados pelo contato direto do prepúcio com gramíneas ou invasoras, gerando processos inflamatórios e, conseqüentemente, prejudicando a funcionalidade dos reprodutores na estação de cobertura (KOURY FILHO et al., 2003).

A avaliação do tamanho e posicionamento do umbigo (umbigo, bainha e prepúcio) por escore visual apresenta grande importância na seleção de reprodutores, no sentido de possibilitar a melhoria da característica mediante a escolha de touros com umbigo desejável, ou seja, escore mediano (BOLIGON et al., 2016). Dessa forma, o escore de umbigo vem sendo utilizado em avaliações genéticas de bovinos de corte, mesmo que não seja incluído nos índices de seleção. Com a disponibilidade do mérito genético dos candidatos a reprodutores para a característica, os criadores podem selecionar como reprodutores, entre os animais melhores avaliados com base no índice, os que apresentam boas DEP's para o tamanho e posição de umbigo.

Para animais das raças Hereford e Braford, as notas dadas para tamanho de umbigo variam de 1 a 5 (1 = muito pequeno, 2 = pequeno, 3 = médio, 4 = grande e aceitável, 5 = muito grande e inaceitável), sendo atribuídas de acordo com critérios

pré-definidos para cada raça. Para essa característica o ideal é escore 1 ou 2 para a raça Hereford e 2 ou 3 para a raça Braford.

Analizando a variação genética aditiva dos escores de prepúcio em machos e umbigo em fêmeas na raça Angus e cruzados Angus-Nelore, atribuídos com notas variando de 0 a 5 e utilizando um modelo animal linear, Viu et al. (2002) relataram herdabilidades de baixa magnitude, com valores de 0,09 e 0,10 para os escores de prepúcio e umbigo na desmama, respectivamente, e de 0,06 e 0,20 para os escores de prepúcio e umbigo ao sobreano, respectivamente. Utilizando modelo animal linear, Barichello et al. (2010) obtiveram valores de 0,18 e 0,04 para as herdabilidades direta e materna, respectivamente, para o escore de umbigo variando de 1 a 6 atribuído na desmama de bovinos da raça Canchim. Para machos e fêmeas da raça Nelore, Bignardi et al. (2011) reportaram herdabilidades de $0,14 \pm 0,01$ para o escore de umbigo na desmama e $0,26 \pm 0,01$ para o mesmo escore atribuído ao sobreano, utilizando modelo animal linear.

Moderadas herdabilidades para o escore de umbigo ao sobreano foram estimadas por Araújo et al. (2012) utilizando modelo animal de limiar, Gordo et al. (2012) e Neves et al. (2014) utilizando modelo animal linear, com valores de $0,32 \pm 0,01$, $0,38 \pm 0,06$ e $0,45 \pm 0,15$, respectivamente, para animais das raças Brangus e Nelore. Na raça Nelore, Boligon et al. (2016) obtiveram maiores herdabilidades para os escores de umbigo com o modelo de limiar (na desmama: $0,22 \pm 0,03$; ao sobreano: $0,42 \pm 0,03$) em relação ao modelo linear (na desmama: $0,16 \pm 0,01$; ao sobreano: $0,29 \pm 0,01$). Recentemente, trabalhando com animais da raça Guzerá, Abreu et al. (2017) estimaram herdabilidades direta e materna de $0,38 \pm 0,03$ e $0,15 \pm 0,02$, respectivamente, para escore de umbigo, utilizando modelo animal de limiar. Para o escore de umbigo mensurado ao sobreano em animais das raças Hereford e Braford, Campos et al. (2018) obtiveram herdabilidades de $0,22 \pm 0,02$ e $0,42 \pm 0,02$ utilizando modelos linear e de limiar, respectivamente.

5. Correlações genéticas

Apesar da relevância que a morfologia dos animais representa aos sistemas de produção de bovinos de corte, poucos estudos foram desenvolvidos visando determinar o sentido das associações genéticas existentes entre os diferentes escores, como os atribuídos para as características de aprumos e locomoção, raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo (LIMA et

al., 2013; FAIR et al., 2014; TEIXEIRA et al., 2015; REIMANN et al., 2018). De modo geral, na literatura são descritas associações genéticas entre alguns escores de características morfológicas com medidas de crescimento.

Avaliando bovinos da raça Limousin em uma estação de teste, Miglior et al. (1994) estimaram correlações genéticas positivas e moderadas entre escore de estrutura óssea com o ganho em peso médio diário durante o teste (140 dias) e peso ao final do teste, com valores de 0,23 e 0,34, respectivamente. Santana et al. (2013) reportaram correlação genética positiva e favorável ($0,38 \pm 0,06$) entre o escore de estrutura óssea e a altura na garupa, indicando que a seleção para estrutura óssea pode levar a aumento na altura dos animais. Para a raça Nelore, Koury Filho et al. (2002) obtiveram correlações genéticas positivas entre o escore de aprumos e locomoção e os pesos na desmama e ao sobreano (0,74 e 0,33, respectivamente).

Na raça Nelore, Koury Filho et al. (2002) estimaram correlações genéticas positivas entre o escore racial na desmama com pesos na desmama e ao sobreano (0,41 e 0,69, respectivamente). Avaliando machos inteiros da raça Nelore em provas de desempenho, Lima et al. (2013) também reportaram associações genéticas positivas e favoráveis entre o escore racial com o peso inicial na prova, peso ao sobreano e peso final na prova, porém com magnitudes mais baixas (0,18; 0,17 e 0,18, respectivamente).

Mais recentemente, para animais da raça Nelore, Boligon et al. (2016) estimaram correlações genéticas favoráveis e moderadas entre o escore de caracterização racial ao sobreano com ganhos em peso do nascimento a desmama e da desmama ao sobreano (0,269 e 0,249, respectivamente) e nulas entre esse escore com a altura na desmama e ao sobreano (0,023 e 0,085, respectivamente). Segundo esses autores, a seleção baseada em maiores ganhos em peso até o sobreano deve levar a melhorias no padrão racial, permitindo a obtenção de animais que se adequam melhor ao perfil da raça, mesmo que em longo prazo.

Para animais da raça Nelore, Koury Filho et al. (2002) relataram associações genéticas positivas entre o escore de sexualidade com o peso na desmama e ao sobreano (0,22 e 0,33, respectivamente). Lima et al. (2013) também estimaram correlações genéticas positivas entre escore de sexualidade com o peso inicial, peso ao sobreano e peso final obtidos em provas de desempenho, contudo de magnitudes mais elevadas (0,79; 0,87 e 0,89, respectivamente). Para a raça Brahman, Fair et al. (2014) obtiveram correlações genéticas positivas entre o escore

de caráter sexual com a condição corporal (0,63), pernas dianteiras (0,57) e pernas traseiras (0,49), porém negativas entre esse escore e o tamanho (-0,26) e forma do umbigo (-0,06).

Para escore de pigmentação ocular são reportadas correlações genéticas de -0,25 com o peso na desmama, -0,35 com o ganho em peso da desmama ao sobreano e 0,45 com o peso ao sobreano (Teixeira et al., 2015). Atualmente, Reimann et al. (2018) estimaram associação genética negativa ($-0,17 \pm 0,06$) entre o escore de pigmentação ocular e o escore de caracterização racial, indicando que a seleção de animais com maior pigmentação ocular poderá acarretar em redução do mérito genético a longo prazo para o caráter racial.

Para bovinos de corte são reportadas baixas a moderadas e positivas associações genéticas entre o escore de umbigo e pesos em diferentes idades. Em um estudo com animais da raça Aberdeen Angus e cruza Angus x Nelore, Viu et al. (2002) relataram correlações genéticas de 0,29 e 0,04 entre o peso ao sobreano com os escores de prepúcio de machos e umbigo de fêmeas ao sobreano, respectivamente. De acordo com esses autores, o peso ao sobreano seria pouco influenciado pela seleção genética para prepúcio e umbigo. Resultado semelhante foi reportado por Barichello et al. (2010), que avaliando bovinos da raça Canchim, relataram correlação genética de 0,22 para escore de umbigo com o peso na desmama, indicando que haveria pouca alteração no peso na desmama com a seleção para o escore de tamanho de umbigo.

Em rebanhos da raça Nelore, Bignardi et al. (2011) e Gordo et al. (2012) estimaram baixas correlações genéticas entre o escore de umbigo e pesos obtidos dos 120 aos 550 dias de idade (variando de 0,06 a 0,16), indicando que a seleção para aumento de peso até o sobreano não deve proporcionar alteração no tamanho e posição do prepúcio e umbigo dos animais. De modo semelhante, Araújo et al. (2012) estimaram associação genética nula (0,08) entre o escore de umbigo e peso ao sobreano de animais da raça Brangus. Para animais da raça Nelore participantes de provas de desempenho, Lima et al. (2013) reportaram associações genéticas de moderada magnitude entre o escore de umbigo com o peso ao sobreano (0,32), peso no início (0,28) e final (0,34) da prova. Para animais da raça Nelore, Taveira et al. (2016) reportaram correlação genética baixa de 0,20 entre o escore de umbigo e peso ao sobreano. De modo semelhante, Campos et al. (2018) obtiveram correlações genéticas de $0,17 \pm 0,04$ e $0,16 \pm 0,04$ entre o escore de umbigo e o peso

ao sobreano de animais das raças Hereford e Braford, ao utilizarem modelos linear e de limiar para o referido escore, respectivamente.

6. Análises estatísticas: modelos lineares e limiares

Algumas características utilizadas como critério de seleção são avaliadas fenotipicamente através da atribuição de escores visuais ou categorias, como no caso da pigmentação ocular, pelame, caracterização racial, facilidade de parto, aprumos e locomoção, tamanho de umbigo, conformação, precocidade, entre outras. Entretanto, por não apresentarem distribuição normal, certos cuidados devem ser tomados quanto à metodologia a ser empregada na avaliação genética dessas características.

As características categóricas violam várias pressuposições existentes na metodologia dos modelos mistos e, por isso, não devem ser analisadas através de um modelo linear, e sim por um modelo de limiar (GIANOLA, 1982). Segundo Sorensen et al. (1995), nos modelos de limiar assume-se que existe uma variável subjacente de distribuição contínua, em relação à variável discreta, assim, as estimativas referentes a uma definida categoria são observadas se os valores da escala subjacente se encontrarem localizados entre os limiares que determinam essa categoria.

Teoricamente, os métodos lineares são considerados como não apropriados para se quantificar a natureza discreta dos dados categóricos (MARCONDES et al., 2005). A utilização de modelos inadequados pode levar a obtenção de baixos valores para as estimativas dos parâmetros genéticos e, conseqüentemente, em conclusões equivocadas alusivas ao ganho genético dessas características, quando submetidas à seleção. Entretanto, alguns autores (FARIA et al., 2008; PIRES et al., 2010; PASSAFARO et al., 2013; BOLIGON et al., 2016; CAMPOS et al., 2018) não observaram diferenças no uso de modelos linear e de limiar em avaliações genéticas para diferentes escores visuais em bovinos de corte. Dessa forma, é comum a utilização de modelos lineares pela facilidade de aplicação e menor tempo gasto com o processamento dos dados.

A estimação dos parâmetros genéticos não é uma tarefa fácil, no entanto, é de fundamental relevância na obtenção de índices que potencializam a resposta à seleção e, conseqüentemente, a produção (ARAÚJO et al., 2008; MALHADO et al., 2009). De acordo com Pires et al. (2010), o aprimoramento dos métodos de

estimação dos parâmetros genéticos tem sido uma constante busca por parte dos pesquisadores, pois esses precisam ser corretamente estimados para que os valores genéticos preditos fiquem o mais próximo possível dos valores reais.

7. CAPÍTULO 1 – Variabilidade genética de escores visuais para aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo nas raças Hereford e Braford

7.1 Introdução

A utilização de raças taurinas e seus cruzamentos em ambiente tropical é um dos desafios da pecuária de corte. De modo geral, a adaptação dos animais a determinado ambiente está associada com mudanças morfológicas e funcionais. Assim, a seleção de bovinos das raças Hereford e Braford morfolologicamente adaptados a condições tropicais e a expansão de sua utilização nesses ambientes é uma forma de melhorar a produtividade dos rebanhos.

Os escores visuais vêm sendo utilizados na seleção de bovinos visando à obtenção de animais morfolologicamente desejáveis e adaptados às condições de criação em que serão mantidos. Entre as características que são mensuradas e avaliadas em programas de melhoramento com esses objetivos, se destacam os escores de aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo.

O escore de aprumos e locomoção está diretamente relacionado com a facilidade de locomoção e conforto dos animais. De modo geral, aprumos deficientes podem comprometer não somente a procura por alimentos e água, mas também a identificação de vacas no cio e o ato de cobertura (ROSA et al., 2003). Utilizado como indicador de pureza racial, o escore para características sexuais vêm sendo avaliado em bovinos de corte com o objetivo de identificar os animais que melhor se enquadram no perfil da raça, além de indicar a presença de defeitos e conferir prepotência (ROSA et al., 2003). De modo semelhante, o escore de características sexuais é utilizado na seleção para a masculinidade nos machos e feminilidade nas

fêmeas, sendo indicativo de que a concentração de hormônios atuantes no sistema reprodutivo do animal apresenta índices desejáveis (CARDOSO & LOPA, 2016).

Uma das causas de ocorrência de carcinoma ocular em bovinos é a despigmentação parcial ou total na órbita ocular (RAMOS et al., 2007). Nas raças Hereford e Braford, a presença de pigmentação ocular é relevante devido à predisposição desses animais ao carcinoma ocular, além de ser uma característica obrigatória para o padrão racial e registro de bovinos da raça Braford. Dessa forma, a seleção de animais com maior pigmentação ocular surge como uma importante ferramenta para diminuir a incidência de carcinoma ocular, possibilitando uma melhor adaptação dos bovinos a regiões de alta incidência de irradiação solar (CARDOSO et al., 2016).

O tamanho e posicionamento do umbigo são características utilizadas na identificação de animais mais funcionais, principalmente quando mantidos em sistemas de produção extensivos. De modo geral, bovinos com umbigo e prepúcio muito longos ou pendulosos são mais suscetíveis a traumas e lesões devido a composição heterogênea das pastagens, o que pode provocar problemas reprodutivos, principalmente quando a monta natural é utilizada (BOLIGON et al., 2016). Dessa forma, a utilização do escore de umbigo como um dos critérios de seleção pode reduzir a ocorrência desses problemas. Apesar do tamanho do umbigo não representar problemas diretos em fêmeas, a característica tem sido obtida e utilizada como indicativo do tamanho do prepúcio nas progênies (BIGNARDI et al., 2011).

De modo geral, em avaliações genéticas de características mensuradas por escores são preferidos modelos lineares em relação aos de limiar pela facilidade de aplicação, interpretação e pelo menor tempo gasto no processamento das análises (FARIA et al., 2008). Contudo, teoricamente, os métodos lineares são considerados como não apropriados para quantificar a natureza discreta desse tipo de mensuração, sendo sugeridos os modelos de limiar, que são baseados na suposição de que as classes de dados categóricos estão associadas a um delineamento em escala subjacente normal (GIANOLA & SORENSEN, 2002). A comparação de parâmetros e valores genéticos obtidos com o uso de modelos lineares e de limiar é uma maneira de determinar o modelo mais adequado a ser considerado nas avaliações genéticas de cada escore visual e em diferentes populações de bovinos.

Na obtenção de índices que maximizem a resposta à seleção, o conhecimento dos parâmetros genéticos das características é de fundamental importância (ARAÚJO et al., 2008; MALHADO et al., 2009). Dessa forma, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de estimar e comparar os parâmetros e valores genéticos de escores para aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo, obtidos utilizando modelos linear e de limiar em bovinos das raças Hereford e Braford.

7.2 Materiais e Métodos

7.2.1 Animais e características avaliadas

Foram utilizadas informações fenotípicas de 83.088 animais, nascidos entre 2007 e 2017, pertencentes à base de dados do programa de avaliação genética das raças Hereford e Braford – Pampaplus. Os escores visuais avaliados no presente estudo foram aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo, obtidos na desmama e ao sobreano.

Nos rebanhos estudados os animais são criados de maneira extensiva, com diferentes tipos de regime alimentar, como campo natural, campo natural melhorado, campo natural com suplementação, pastagem, pastagem com suplementação e estabulados. O manejo reprodutivo é feito através de monta controlada e inseminação artificial. Os animais são avaliados fenotipicamente em duas fases, na desmama e ao sobreano, por um técnico certificado, habilitado e credenciado junto ao programa.

As atribuições visuais são realizadas a partir de uma escala determinada por padrões pré-estabelecidos e definidos pelo conselho técnico. Assim, os escores variam de 1 a 3 ou de 1 a 5, dependendo da característica (Figura 5). No escore de aprumos e locomoção os animais são avaliados nas posições frontal, lateral e posterior e, de modo geral, bons aprumos são indicados pela forma vertical dos membros. Para esse escore são atribuídas notas 1 (ruim), 2 (aceitável) e 3 (ideal). Para características raciais, os animais são avaliados de acordo com o padrão de cada raça, definido pela ABHB (Anexo 1), sendo atribuídas notas 1 (animais fora do padrão racial), 2 (animais admissíveis) e 3 (animais dentro dos padrões raciais). Na obtenção do escore de características sexuais são avaliadas as características próprias do sexo do animal, ou seja, machos devem apresentar cabeça masculina, pescoço forte, músculos pesados, testículo e bolsa escrotal de tamanho adequado a

raça e idade, já nas fêmeas a cabeça deve ser refinada, pescoço estreito e limpo, forma corporal angular, buscando paletas suaves e posteriores um pouco mais fortes, demonstrando uma boa abertura da pélvis. Para esse escore são atribuídos valores 1 (animais deficientes), 2 (condição aceitável) e 3 (ideal).

A mensuração da pigmentação ocular é feita com base em uma referência para cada raça. Para a raça Hereford observa-se a percentagem de pigmentação nas pálpebras superior e inferior em cada olho separadamente. Por outro lado, na raça Braford é exigida pigmentação ao redor de toda a mucosa nos dois olhos, sendo observada a quantidade de pigmentação vermelha ao redor dos olhos. Para a raça Hereford são consideradas as notas 1 (ausência de pigmentação), 2 (traços, um olho parcialmente pigmentado), 3 (razoável, um olho totalmente pigmentado), 4 (boa pigmentação, dois olhos parcialmente pigmentados) e 5 (excelente pigmentação, os dois olhos são totalmente pigmentados). Na raça Braford, 1 (ausência de pigmentação), 2 (traços leves, parcialmente pigmentados em um ou nos dois olhos), 3 (boa pigmentação, toda a mucosa pigmentada ao redor dos olhos), 4 (excelente pigmentação, presença de óculos, boa pigmentação ao redor dos dois olhos) e 5 (excelente pigmentação, mascarado ou tapado, presença de óculos com máscara ou tapado).

Para o tamanho de umbigo as avaliações são feitas a partir de uma referência do tamanho e posição (umbigo, bainha e prepúcio) para cada uma das raças. Os animais devem apresentar umbigo com aspecto sadio, angulação menor que 45 graus, orifício prepucial voltado para frente, sem excesso de pregas, nem pendulosos demais e não deve haver prolapso prepucial. As notas atribuídas para o escore são: 1 (umbigos muito pequenos, quase colados na barriga), 2 (pequeno), 3 (médio), 4 (grande e aceitável) e 5 (muito grande e inaceitável).

7.2.2 Grupos de contemporâneos (GC)

Os grupos de contemporâneos (GC) na desmama foram formados por fazenda, ano de nascimento, sexo, raça do animal e da mãe, grau de sangue para a raça Braford em suas diferentes composições genéticas, grau de sangue da mãe, regime alimentar na desmama, grupo de manejo na desmama e data da pesagem na desmama. Posteriormente foi calculada a diferença de idade máxima entre os animais pertencentes ao mesmo GC e, em intervalos superiores a 90 dias de idade, o GC foi subdividido até que a diferença de idade de animais pertencentes ao

mesmo GC não excedesse o limite de 90 dias. Os GC ao sobreano foram formados pelas mesmas variáveis incluídas no GC a desmama, acrescidas do regime alimentar ao sobreano, grupo de manejo ao sobreano e data da pesagem ao sobreano.

Para todas as características estudadas, GC com menos de três animais ou sem variabilidade fenotípica foram excluídos. O arquivo de genealogia utilizado para montar a matriz de parentesco continha identificação do animal, pai e mãe, totalizando 149.542 animais. Os registros utilizados nas análises após a edição são apresentados na Tabela 2.

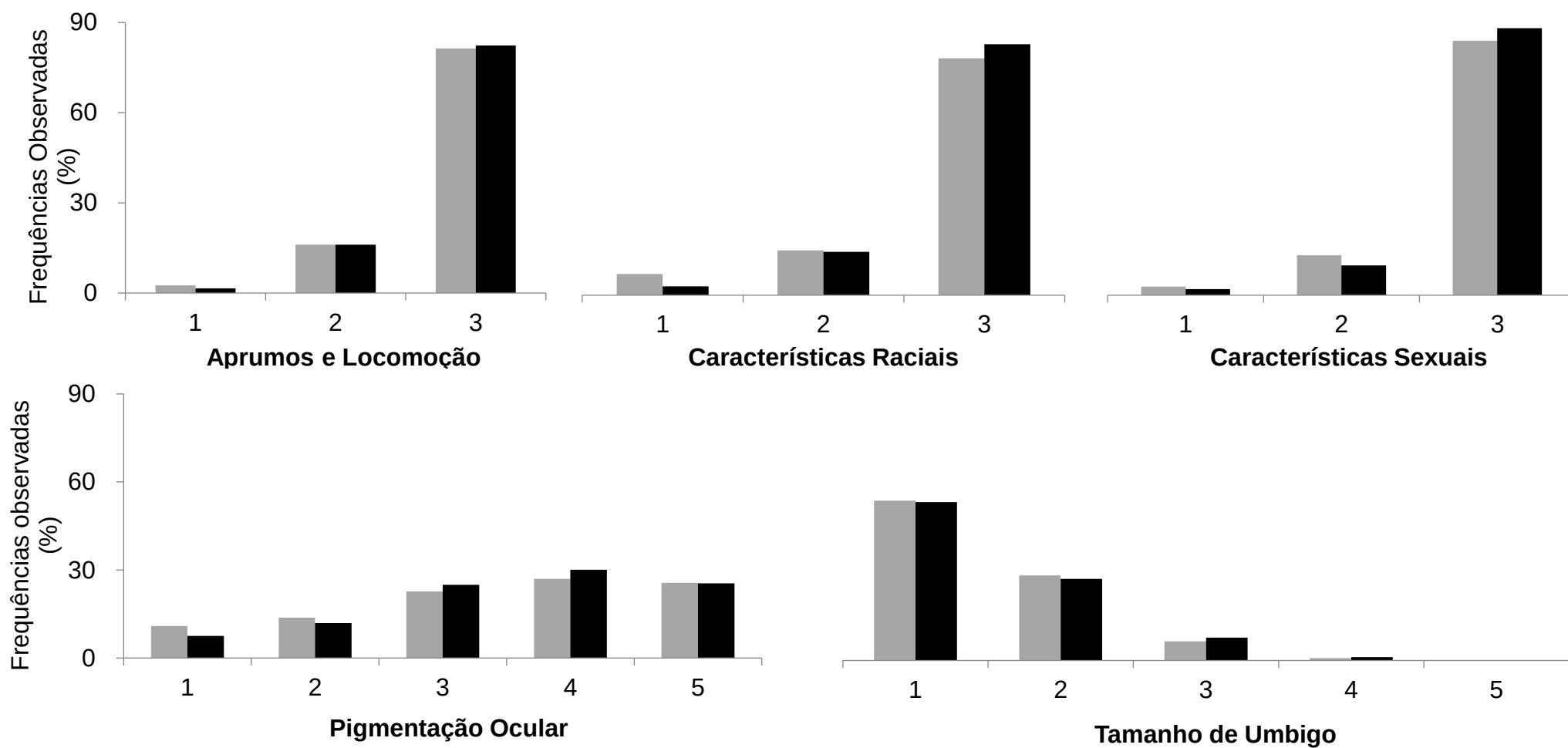


Figura 5 - Distribuição dos escores visuais para aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo avaliados na desmama (■) e ao sobreano (■) nas raças Hereford e Braford.

Tabela 2. Estatística descritiva dos escores visuais na desmama e ao sobreano mensurados nas raças Hereford e Braford.

Características	Número de animais	Mediana	Número de touros	Número de vacas	Número de grupos de contemporâneos	Média ± DP ¹ da idade na mensuração (dias)	Média ± DP ¹ da idade da vaca ao parto (anos)
Aprumos e Locomoção							
Desmama	82.433	3	7.509	39.758	3.317	193,82±39,28	8,73±5,03
Sobreano	42.015	3	4.004	25.753	2.642	535,58±51,33	9,73±4,86
Características Raciais							
Desmama	83.088	3	7.546	40.031	3.365	193,86±39,29	8,72±5,03
Sobreano	42.063	3	4.006	25.769	2.649	535,58±51,31	9,72±4,86
Características Sexuais							
Desmama	82.405	3	7.505	39.746	3.318	193,82±39,29	8,73±5,03
Sobreano	42.062	3	4.006	25.770	2.649	535,59±51,31	9,72±4,86
Pigmentação Ocular							
Desmama	75.308	4	6504	36452	3.104	193,11±39,76	8,75±5,02
Sobreano	37.649	4	3454	23390	2.473	534,88±50,60	9,78±4,87
Tamanho de Umbigo							
Desmama	75.221	1	7.370	36.040	2.995	192,24±39,38	8,71±5,02
Sobreano	37.840	1	3.841	23.506	2.649	535,59±51,31	9,72±4,86

¹DP: desvio padrão

7.2.3 Análises genético-quantitativas

Os escores visuais estudados no presente trabalho foram analisados com a utilização de um modelo animal linear e os resultados comparados com os obtidos com o uso de um modelo animal de limiar. Nesse segundo modelo, se assume que as características possuem uma continuidade subjacente limitada pelo limiar que as divide em escores, e que esta variação subjacente é contínua e com distribuição normal (Figura 6).

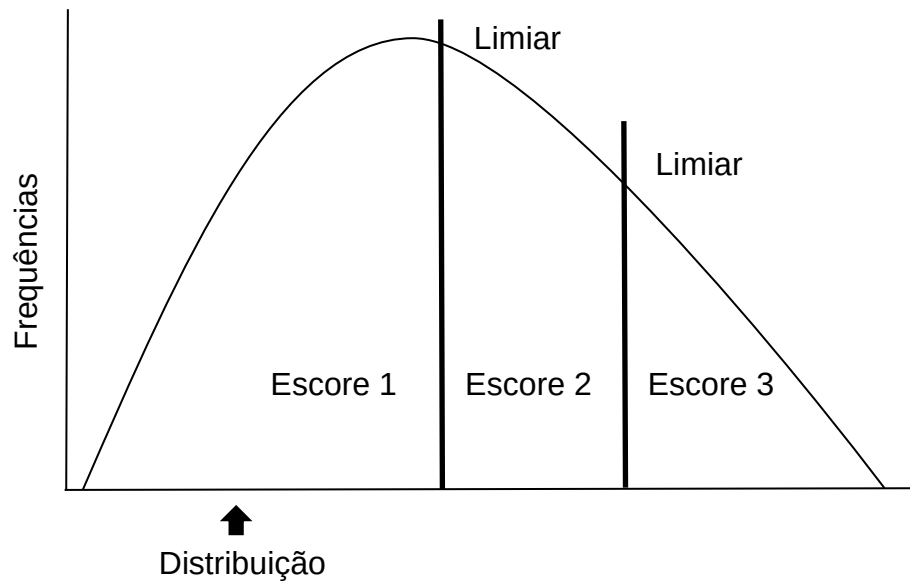


Figura 6. Distribuição de uma população em uma característica de limiar contendo três escores e dois limiares.

Fonte: Aplicação de Métodos Bayesianos em estudos de associação genômica-ampla para características complexas em animais de produção. Embrapa Pecuária Sul, 2016.

Para a obtenção dos componentes de (co)variâncias e parâmetros genéticos foram realizadas análises uni-características pelo método bayesiano, com auxílio dos programas GIBBSF90 e THRGIBBS1F90 (MISZTAL et al., 2002). Nos modelos utilizados nas análises para as diferentes características foram incluídos como efeitos sistemáticos os GC e as covariáveis idade do animal na mensuração e da mãe ao parto (efeitos linear e quadrático). Como aleatórios foram considerados os efeitos genéticos aditivos direto e materno, de ambiente permanente materno e residual. Os efeitos maternos foram incluídos somente para as características mensuradas na desmama.

O modelo geral utilizado nas análises pode ser representado como:

$$y = X\beta + Z_1a + Z_2m + Wc + e$$

em que: y é o vetor de observações, β é o vetor de parâmetros dos efeitos sistemáticos, com matriz de incidência X , a é o vetor paramétrico do efeito genético aditivo direto, com matriz de incidência Z_1 , m é o vetor paramétrico do efeito genético aditivo materno, com matriz de incidência Z_2 , c é o vetor paramétrico do efeito de ambiente permanente materno, com matriz de incidência W e e é o vetor do erro residual.

As pressuposições assumidas nas análises foram:

$$E(y) = X\beta$$

$$\begin{bmatrix} a \\ m \\ c \\ e \end{bmatrix} \sim N \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & A\sigma_{am} & 0 & 0 \\ A\sigma_{am} & A\sigma_m^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Ip\sigma_c^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & In\sigma_e^2 \end{bmatrix} \right)$$

em que: σ_a^2 é a variância genética aditiva direta; σ_m^2 é a variância genética aditiva materna; σ_{am} é a covariância entre os efeitos genéticos aditivos direto e materno; σ_c^2 é a variância de ambiente permanente materno; σ_e^2 é a variância residual; A é a matriz de parentesco dos animais; I é a matriz identidade; p é o número de mães de animais com medidas e n é o número de animais com medidas.

Os escores visuais com atribuição de 1 a 5 foram analisados com a utilização do seguinte modelo de limiar:

$$f(w_i|y_i) = \prod_{j=1}^{n_i} 1(l_{ij} < t_1)1(w_{ij} = 1) + 1(t_1 < l_{ij} < t_2)1(w_{ij} = 2) + 1(t_2 < l_{ij} < t_3)1(w_{ij} = 3) \\ + 1(t_3 < l_{ij} < t_4)1(w_{ij} = 4) + 1(t_4 < l_{ij})1(w_{ij} = 5)$$

em que: para cada característica i ($i = 1, 2, 3, 4$ ou 5), w_{ij} e l_{ij} são variáveis categóricas e escala subjacente da observação j , respectivamente; t_1 a t_4 são os limiares que definem a resposta categórica para cada característica e n_i representa o número total de dados para cada característica estudada. Foi definida distribuição inicial uniforme para os limiares. Para os escores variando entre 1 e 3 o modelo é similar, porém sendo considerados apenas dois limiares.

Foi assumida uma distribuição uniforme *a priori* para os efeitos sistemáticos e, para os componentes de (co)variâncias, distribuição qui-quadrado invertida. As análises consistiram de cadeias com 800.000 ciclos, sendo descartados os primeiros

200.000 ciclos e amostras retiradas a cada 50 iterações, totalizando 12.000 amostras para a obtenção das distribuições a posteriori das (co)variâncias e parâmetros. Para determinar a convergência dos parâmetros estimados foram realizadas inspeções gráficas e testes estatísticos de Heldelberger e Welch (HELDELBERGER & WELCH, 1983), utilizando o pacote Coda (PLUMMER et al., 2006) do programa R (R Core Team, 2014).

Os valores genéticos diretos preditos para os escores visuais na desmama e ao sobreano foram utilizados no cálculo das correlações de classificação (Spearman) entre os modelos comparados (linear e de limiar), considerando 100, 50, 10 e 2% dos melhores animais com medidas fenotípicas, touros pais de animais com medidas fenotípicas e pais de animais com medidas fenotípicas e com acurácia acima de 0,40, sendo escolhidos com base nos valores genéticos preditos a partir do modelo linear.

7.3 Resultados e Discussão

Na população estudada, os escores visuais obtidos na desmama e ao sobreano não apresentaram distribuição normal (Figura 5), possivelmente devido à atribuição fenotípica ser feita considerando padrões pré-estabelecidos para cada característica em ambas as raças. Para os escores de aprumos e locomoção, características raciais e características sexuais na desmama e ao sobreano a maior proporção dos animais recebeu nota 3 e poucos receberam nota 1. Esses resultados indicam que a maioria dos animais nesta população não demonstrou problemas de aprumos e locomoção, se enquadra no padrão das raças Hereford e Braford e apresenta características próprias do seu sexo. Por outro lado, para o escore de pigmentação ocular na desmama e ao sobreano, as notas mais frequentes foram 3, 4 e 5, indicando que a maior parte dos bovinos na população apresentou razoável a excelente pigmentação. Na avaliação visual para o tamanho de umbigo, as notas menos frequentes observadas foram 3, 4 e 5. Dessa forma, a maioria dos animais possuía tamanho de umbigo ideal para a raça Hereford (ou seja, notas 1 e 2), porém muito pequeno para a raça Braford, uma vez que o ideal são notas 2 e 3.

Para todos os escores avaliados, maiores valores de herdabilidades diretas e maternas foram estimadas com o modelo de limiar em comparação ao modelo linear (Tabela 3), sugerindo que o modelo de limiar foi capaz de capturar melhor a variabilidade genética das características estudadas na população. O fato dos

escores não apresentarem distribuição normal (Figura 5), possivelmente por serem mensurados considerando padrões pré-estabelecidos e não em relação à média do GC ao qual o animal pertence, pode explicar as diferenças observadas nos parâmetros genéticos estimados com a utilização dos dois modelos.

Semelhante ao obtido no presente estudo, Campos et al. (2018) relataram maior herdabilidade para o escore de umbigo ao sobreano com a utilização do modelo de limiar ($0,42 \pm 0,02$) em comparação ao modelo linear ($0,22 \pm 0,02$), e recomendaram o uso do modelo de limiar em análises genéticas para a característica. Por outro lado, na raça Nelore não foram relatadas diferenças entre os modelos linear e o de limiar na obtenção de parâmetros genéticos para os escores de aprumos, caracterização racial, sexualidade e umbigo (Passafaro et al., 2013; Boligon et al., 2016).

No presente trabalho foram estimadas herdabilidades de baixas magnitudes para o escore de aprumos e locomoção com a utilização de modelos linear (desmama: $0,086 \pm 0,010$; sobreano: $0,042 \pm 0,008$) e de limiar (desmama: $0,134 \pm 0,021$; sobreano: $0,084 \pm 0,019$), indicando baixa resposta na seleção e um progresso genético lento. Cabe destacar que bons aprumos são relevantes especialmente em sistemas de produção extensivos, pela necessidade de os animais apresentarem boa habilidade de locomoção, que pode ser obtida pela seleção baseada no referido escore ou pelo descarte de animais com defeitos.

Semelhante ao obtido no presente estudo, Lima et al. (2013) reportaram baixa herdabilidade ($0,05 \pm 0,01$) para escore de pernas e pés na raça Nelore, com atribuição visual variando de 1 a 4 e utilizando modelo linear. Por outro lado, herdabilidades superiores foram obtidas em outros trabalhos com bovinos. Koury Filho et al. (2002) estimaram herdabilidade de 0,35 para o escore de aprumos na desmama na raça Nelore, com atribuições visuais variando de 1 a 5 e utilizando um modelo linear. Resultado semelhante foi relatado por Gutiérrez et al. (2002) que, ao avaliarem bovinos da raça Australiana de Los Valles, estimaram herdabilidade de $0,33 \pm 0,02$ para o escore de linha de pernas ao sobreano, variando de 1 a 9 e utilizando modelo linear. Utilizando modelos linear e de limiar, Passafaro et al. (2013) relataram herdabilidades de 0,20 e 0,30, respectivamente, para o escore de aprumos atribuído a tourinhos mantidos em provas de ganho em peso a pasto e variando de 1 a 4. Para o escore de estrutura óssea (pernas e jarretes) ao sobreano de animais da raça Nelore, variando de 1 a 3 e avaliado com um modelo de limiar,

Santana et al. (2013) estimaram herdabilidade de moderada magnitude (0,26). Para a raça Guzará, Abreu et al. (2017) relataram herdabilidade superior ($0,39 \pm 0,04$) para escore de membros (solidez de pernas e pés), com notas variando de 1 a 4 e utilizando um modelo de limiar. De modo geral, é comum à utilização de diferentes metodologias para a obtenção de escores relacionados à sustentação e locomoção em bovinos de corte, com poucos estudos realizados utilizando a mesma atribuição para o escore de aprumos e locomoção considerada na população avaliada, o que pode explicar as diferenças nos valores das herdabilidades estimados.

Avaliando o escore de pernas e pés ao sobreano considerando valores de 1 (animal com defeitos) ou 0 (animal sem defeitos) na raça Nelore, Vargas et al. (2017) reportaram herdabilidade superior ($0,18 \pm 0,04$) em relação a obtida para o escore de aprumos e locomoção no presente estudo. Posteriormente, para o escore de pernas e pés, porém variando de 1 (menos desejável) a 5 (mais desejável) e atribuído para os 20% animais superiores de acordo com o índice de seleção adotado pelo programa, os autores estimaram maior valor de herdabilidade ($0,39 \pm 0,07$). Cabe destacar que aqueles animais que ao sobreano apresentaram defeito não eram candidatos e, conseqüentemente, não foram avaliados na segunda fase. De acordo com os autores, a estratégia de descarte independente para o escore de pernas e pés, visando reduzir os distúrbios de locomoção que podem levar a perdas produtivas e reprodutivas, contribuiu para o progresso genético da característica na raça Nelore.

Tabela 3. Componentes de variâncias e herdabilidades estimados com modelos linear e de limiar para os escores visuais mensurados na desmama e ao sobreano nas raças Hereford e Braford.

	Modelo Linear					Modelo Limiar				
	Características ¹									
	AL	CR	CS	PO	UM	AL	CR	CS	PO	UM
Médias ± desvios padrão de parâmetros obtidos para os escores visuais na desmama										
Variância genética aditiva direta	0,013 (±0,001)	0,031 (±0,003)	0,012 (±0,001)	0,138 (±0,013)	0,025 (±0,002)	0,075 (±0,011)	0,340 (±0,038)	0,092 (±0,015)	0,407 (±0,053)	0,068 (±0,008)
Variância genética aditiva materna	0,002 (±0,001)	0,005 (±0,002)	0,002 (±0,001)	0,008 (±0,005)	0,002 (±0,001)	0,014 (±0,008)	0,087 (±0,032)	0,033 (±0,013)	0,028 (±0,014)	0,009 (±0,004)
Variância de ambiente permanente materno	0,006 (±0,001)	0,003 (±0,002)	0,003 (±0,001)	0,008 (±0,005)	0,009 (±0,002)	0,031 (±0,008)	0,058 (±0,021)	0,032 (±0,009)	0,030 (±0,018)	0,009 (±0,005)
Variância residual	0,135 (±0,001)	0,245 (±0,002)	0,127 (±0,001)	0,825 (±0,009)	0,256 (±0,002)	0,458 (±0,011)	1,423 (±0,035)	0,579 (±0,015)	1,835 (±0,167)	0,355 (±0,007)
Herdabilidade direta	0,086 (±0,010)	0,111 (±0,012)	0,089 (±0,011)	0,120 (±0,009)	0,085 (±0,008)	0,134 (±0,021)	0,194 (±0,023)	0,141 (±0,025)	0,171 (±0,017)	0,150 (±0,017)
Herdabilidade materna	0,001 (±0,001)	0,018 (±0,009)	0,017 (±0,008)	0,007 (±0,004)	0,009 (±0,003)	0,025 (±0,015)	0,050 (0,019)	0,051 (±0,021)	0,012 (±0,007)	0,020 (±0,009)
	AL	CR	CS	PO	UM	AL	CR	CS	PO	UM
Médias ± desvios padrão de parâmetros obtidos para os escores visuais ao sobreano										
Variância genética aditiva direta	0,005 (±0,001)	0,007 (±0,001)	0,001 (±0,001)	0,163 (±0,015)	0,029 (±0,003)	0,039 (±0,009)	0,110 (±0,023)	0,027 (±0,010)	0,584 (±0,106)	0,097 (±0,011)
Variância residual	0,124 (±0,001)	0,172 (±0,002)	0,094 (±0,001)	0,738 (±0,012)	0,264 (±0,003)	0,431 (±0,013)	0,998 (0,032)	0,669 (±0,023)	2,402 (±0,381)	0,398 (±0,011)
Herdabilidade direta	0,042 (±0,008)	0,038 (±0,008)	0,011 (±0,005)	0,181 (±0,015)	0,101 (±0,010)	0,084 (±0,019)	0,099 (±0,002)	0,039 (±0,015)	0,195 (±0,018)	0,196 (±0,021)

¹AL: aprumos e locomoção; CR: características raciais; CS: características sexuais; PO: pigmentação ocular; UM: tamanho de umbigo

As herdabilidades estimadas para o escore de características raciais apresentaram baixa magnitude, tanto com a utilização de modelo linear (desmama: $0,111 \pm 0,012$; sobreano: $0,038 \pm 0,008$) como de limiar (desmama: $0,194 \pm 0,023$; sobreano: $0,099 \pm 0,002$), demonstrando reduzida variabilidade genética na população para as atribuições visuais referentes às características raciais, principalmente quando avaliada ao sobreano. De modo semelhante ao obtido no presente estudo, foram reportadas baixas herdabilidades para os escores referentes a padrões raciais em bovinos da raça Nelore, variando de 0,18 a 0,24 (FARIA et al., 2009; LIMA et al., 2013; PASSAFARO et al., 2013; BOLIGON et al., 2016). Nos rebanhos estudados, animais que estão fora dos padrões raciais não recebem certificação de registro genealógico da associação, deixando de agregar valor em negociações comerciais. Dessa forma, a seleção direta para esse escore, particularmente na desmama, deve resultar em um aumento a longo prazo na proporção de animais que se enquadram nos padrões das raças Hereford e Braford.

Herdabilidade superior em relação às obtidas no presente estudo foi reportada por Koury Filho et al. (2002) para aspectos raciais mensurado na desmama (0,34), com a utilização de modelo linear e escore variando entre 1 e 5. Abreu et al. (2017) estimaram o mesmo valor de herdabilidade do estudo reportado anteriormente para o escore de características raciais em animais da raça Guzerá, atribuído por notas de 1 a 4 e avaliado com um modelo de limiar. Para o padrão racial de animais das raças Hereford e Braford avaliado por escore variando de 1 a 5, Reimann et al. (2018) reportaram herdabilidade de moderada magnitude ($0,33 \pm 0,02$), utilizando modelo de limiar. De modo geral, o escore de características raciais na população estudada apresentou baixa variabilidade em sua expressão fenotípica, o que pode justificar, em partes, a reduzida variabilidade genética estimada para a característica e, consequentemente, a baixa herdabilidade.

Para o escore de características sexuais foram estimadas baixas herdabilidades com ambos os modelos avaliados (Tabela 3), indicando a possibilidade de ganhos genéticos limitados na característica quando utilizada como critério de seleção nas raças Hereford e Braford. Para raças taurinas ou cruzadas não foram encontrados estudos avaliando características sexuais. Para o escore de sexualidade mensurado em zebuínos são reportadas herdabilidades de diferentes magnitudes, com valores variando de 0,18 a 0,34 na raça Nelore (KOURY FILHO et al., 2002; LIMA et al., 2013; PASSAFARO et al., 2013). Avaliando o escore de

caráter sexual em animais da raça Brahman, obtido com notas de 1 a 10 e utilizando modelo animal linear, Fair et al. (2014) estimaram herdabilidade próxima de zero (0,06). Por outro lado, para a raça Guzará foi estimada maior variabilidade genética com modelo de limiar para o escore de sexualidade, com valor de $0,46 \pm 0,04$ (ABREU et al., 2017). De modo geral, herdabilidades de diferentes magnitudes podem ser decorrentes das distintas metodologias aplicadas na obtenção fenotípica de características relacionadas aos aspectos sexuais em bovinos, além das variações comuns esperadas entre as diferentes populações estudadas.

A pigmentação ocular é uma das características fenotípicas de grande relevância para a adaptação das raças Hereford e Braford, sendo geralmente avaliada visualmente por escore. No presente estudo, foram estimadas baixas herdabilidades para o escore de pigmentação ocular obtido na desmama e, levemente superiores ao sobreano, tanto com a utilização de modelo linear (desmama: $0,120 \pm 0,009$; sobreano: $0,181 \pm 0,005$) como de limiar (desmama: $0,171 \pm 0,017$; sobreano: $0,195 \pm 0,018$). Dessa forma, são esperados moderados ganhos genéticos para a característica, mesmo que a longo prazo, uma vez que a seleção de animais com melhor potencial genético para a pigmentação ocular é uma alternativa simples e viável para reduzir a incidência de carcinoma ocular em bovinos, especialmente aqueles destinados à reprodução, pois permanecem por um maior período de tempo nos rebanhos. Semelhante ao obtido no presente estudo, Teixeira et al. (2015) e Piccoli et al. (2017) reportaram herdabilidades de 0,18 e 0,20, respectivamente, para o escore de pigmentação ocular ao sobreano de animais das raças Hereford e Braford, variando de 1 a 5 e avaliado com modelo linear. Por outro lado, para as mesmas raças, Reimann et al. (2018) estimaram maior valor de herdabilidade ($0,46 \pm 0,02$) para o escore de pigmentação ocular ao sobreano, porém atribuído por notas de 1 a 3 e utilizando modelo de limiar.

Foram obtidas baixas herdabilidades para o escore de tamanho de umbigo na população avaliada (Tabela 3), com valores superiores para o escore atribuído ao sobreano em relação a desmama. Apesar da reduzida variabilidade genética estimada, a seleção baseada no tamanho de umbigo pode levar a ganhos genéticos a longo prazo, proporcionando correção satisfatória da característica na população e, conseqüentemente, diminuindo os riscos de lesões que podem comprometer o desempenho reprodutivo dos animais utilizados na reprodução. Em bovinos da raça Angus e cruzados Angus x Nelore, Viu et al. (2002) reportaram herdabilidades

semelhantes as obtidas no presente estudo, com valores de 0,09 e 0,10 na desmama e 0,06 e 0,20 ao sobreano, para escores de prepúcio e umbigo, respectivamente, com atribuições visuais variando de 0 a 5.

Maiores herdabilidades para o escore de umbigo em relação às obtidas no presente estudo também foram relatadas na literatura. Trabalhando com modelos lineares, Gordo et al. (2012) e Neves et al. (2014) estimaram herdabilidades de $0,38 \pm 0,06$ e $0,45 \pm 0,15$, respectivamente, para escore de tamanho de umbigo ao sobreano em animais da raça Nelore. Para a mesma raça, Boligon et al. (2016) obtiveram herdabilidades de $0,16 \pm 0,01$ e $0,29 \pm 0,01$ para o escore de umbigo na desmama e ao sobreano, respectivamente, com a utilização de modelo linear e de $0,22 \pm 0,03$ e $0,42 \pm 0,03$ para o mesmo escore e idades de mensuração utilizando modelo de limiar. Recentemente, avaliando o escore de umbigo ao sobreano de animais das raças Hereford e Braford, Campos et al. (2018), reportaram herdabilidades de $0,22 \pm 0,02$ e $0,42 \pm 0,02$ utilizando modelos linear e de limiar, respectivamente.

As correlações de classificação obtidas entre os valores genéticos preditos como modelos linear e de limiar para os escores visuais (Tabela 4) indicam que diferentes animais seriam selecionados para aprumos e locomoção na desmama e características raciais e características sexuais na desmama e ao sobreano, principalmente quando são aplicadas maiores intensidades de seleção. Esses escores apresentaram menor percentual de touros coincidentes com a utilização de modelos linear e de limiar. Entretanto, para os escores de aprumos e locomoção ao sobreano, pigmentação ocular e tamanho de umbigo na desmama e ao sobreano, poucas alterações ocorreriam na classificação dos animais com a utilização dos modelos avaliados, uma vez que as correlações apresentaram valores elevados, acima de 0,80.

Considerando reprodutores pais de animais com medidas fenotípicas e, touros pais de animais com medidas fenotípicas e com acurácia acima de 40%, de modo geral, as diferenças encontradas na classificação dos reprodutores com a utilização dos modelos avaliados (linear e de limiar) foram mais evidentes para os escores de aprumos e locomoção, características raciais e características sexuais, os quais são obtidos com notas variando entre 1 e 3 (Tabela 4). Esses resultados sugerem que a escolha do modelo deverá provocar mudanças na classificação dos touros para esses escores, principalmente quando uma menor proporção de animais

for selecionada. Por outro lado, poucas alterações são esperadas na classificação de touros para os escores de pigmentação ocular e tamanho de umbigo, os quais são obtidos com notas variando entre 1 e 5.

Semelhante ao obtido no presente estudo, Boligon et al. (2016) relataram mudanças na classificação dos touros com a utilização de modelos linear e de limiar para o escore de caracterização racial em bovinos Nelore. Diferenças na classificação dos touros com a utilização de modelos linear e de limiar também foram observadas para o escore de tamanho de umbigo nas raças Nelore (Boligon et al., 2016) e Hereford e Braford (Campos et al., 2018), diferindo do encontrado no presente trabalho.

Com base nos resultados obtidos, a utilização do modelo de limiar é recomendada em avaliações genéticas de escores de aprumos e locomoção, características raciais e características sexuais na população estudada, mesmo com a necessidade de explicar aos produtores uma nova interpretação dos valores genéticos preditos com a aplicação do referido modelo. Por outro lado, para os escores de pigmentação ocular e tamanho de umbigo, ambos os modelos avaliados podem ser utilizados, uma vez que a escolha do modelo deve ter pouca influência na classificação dos animais baseada em valores genéticos preditos para essas características.

Tabela 4. Correlações de Spearman (e respectivo número de animais coincidentes) de valores genéticos preditos para escores visuais¹ com a utilização de modelos linear e limiar, considerando diferentes proporções de animais selecionados nas raças Hereford e Braford.

Proporção de selecionados	Escore na Desmama					Escore ao Sobreano				
	AL	CR	CS	PO	UM	AL	CR	CS	PO	UM
Animais com medidas fenotípicas										
100%	0,93 (82.433)	0,96 (83.088)	0,93 (82.405)	0,99 (75.308)	0,96 (75.221)	0,97 (42.015)	0,97 (42.063)	0,97 (42.062)	0,99 (37.649)	0,97 (37.840)
50%	0,81 (41.217)	0,84 (41.544)	0,79 (41.202)	0,96 (37.654)	0,93 (37.611)	0,90 (21.008)	0,90 (21.032)	0,91 (21.031)	0,97 (18.824)	0,94 (18.920)
10%	0,61 (8.244)	0,74 (8.308)	0,69 (8.240)	0,87 (7.531)	0,90 (7.523)	0,84 (4.202)	0,65 (4.207)	0,83 (4.208)	0,88 (3.765)	0,85 (3.784)
2%	0,73 (1.648)	0,53 (1.661)	0,66 (1.648)	0,80 (1.507)	0,91 (1.505)	0,83 (841)	0,50 (841)	0,56 (841)	0,91 (752)	0,80 (757)
Touros, pais de animais com medidas fenotípicas										
100%	0,91 (7.509)	0,97 (7.546)	0,92 (7.505)	0,97 (6.504)	0,92 (7.370)	0,90 (4.004)	0,94 (4.006)	0,88 (4.006)	0,98 (3.454)	0,88 (3.841)
50%	0,88 (3.755)	0,92 (3.773)	0,87 (3.753)	0,95 (3.252)	0,90 (3.685)	0,92 (2.002)	0,93 (2.003)	0,88 (2.003)	0,97 (1.727)	0,82 (1.921)
10%	0,79 (750)	0,82 (755)	0,82 (750)	0,93 (650)	0,91 (737)	0,85 (400)	0,87 (401)	0,86 (401)	0,91 (346)	0,90 (385)
2%	0,67 (150)	0,74 (150)	0,76 (151)	0,82 (130)	0,89 (147)	0,83 (80)	0,66 (80)	0,78 (80)	0,91 (69)	0,89 (77)
Touros, pais de animais com medidas fenotípicas e com acurácia acima de 0,40										
100%	0,91 (821)	0,96 (1.766)	0,93 (1.607)	0,99 (1.745)	0,97 (1.553)	0,97 (815)	0,97 (752)	0,94 (222)	0,98 (1.383)	0,97 (1.154)
50%	0,80 (411)	0,84 (883)	0,84 (803)	0,96 (872)	0,93 (777)	0,87 (408)	0,89 (376)	0,82 (111)	0,96 (692)	0,94 (577)
10%	0,68 (83)	0,69 (177)	0,75 (161)	0,83 (174)	0,87 (155)	0,78 (81)	0,68 (76)	0,94 (22)	0,88 (139)	0,90 (115)
2%	0,67 (17)	0,58 (35)	0,68 (33)	0,90 (34)	0,95 (32)	0,70 (17)	0,48 (15)	0,80 (4)	0,93 (28)	0,83 (23)

¹AL: aprumos e locomoção; CR: características raciais; CS: características sexuais; PO: pigmentação ocular; UM: tamanho de umbigo.

7.4 Conclusões

Para todos os escores estudados (aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo), maiores herdabilidades foram estimadas com o modelo de limiar em relação ao linear.

As características relacionadas à morfologia e adaptação estudadas apresentaram baixa variabilidade genética nas raças Hereford e Braford, sendo esperadas reduzidas respostas na seleção quando os escores de aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo forem utilizadas como auxiliares na escolha dos reprodutores por criadores com objetivos mais específicos.

Com base nas correlações de classificação entre os valores genéticos preditos, o modelo de limiar é recomendado para avaliações genéticas de escores de aprumos e locomoção, características raciais e características sexuais na população estudada. Por outro lado, ambos os modelos (linear e limiar) podem ser utilizados para os escores de pigmentação ocular e tamanho de umbigo, uma vez que o modelo escolhido não deve levar a alterações relevantes na ordem de classificação dos animais.

8. CAPÍTULO 2 – Parâmetros e associações genéticas de escores visuais para aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo e pesos nas raças Hereford e Braford

8.1 Introdução

As raças taurinas de bovinos e seus cruzamentos representam um dos maiores componentes da economia pastoril mundial (MENEGASSI et al., 2015). De modo geral, a evolução das raças Hereford e Braford é resultado da seleção baseada em características produtivas, reprodutivas e de carcaça realizada por várias gerações. Por outro lado, a obtenção desses animais morfologicamente desejáveis e adaptados ao clima tropical e subtropical ainda é um desafio, apesar de sua relevância para a melhoria da eficiência produtiva dos rebanhos mantidos nessas regiões.

Diversas características são avaliadas em programas de melhoramento, mas somente algumas delas, geralmente as de maior importância econômica e herdabilidade e de fácil mensuração, são consideradas na elaboração dos índices utilizados na seleção. Outras medidas, como as obtidas por escores visuais e utilizadas na identificação de biótipos equilibrados e adaptados ao sistema de produção, mesmo geralmente não sendo incluídas nos índices, são avaliadas geneticamente para serem utilizadas na seleção por criadores com objetivos mais específicos.

Em criações extensivas, os bovinos precisam se deslocar por longos caminhos na busca por alimento de melhor qualidade e água, justificando a preferência por animais com melhores aprumos e boa capacidade de locomoção. Na estação reprodutiva bons aprumos são essenciais para os touros realizarem e as fêmeas suportarem a monta. Além disso, indivíduos com bons aprumos têm sua

permanência prolongada nos rebanhos (DE MELO e MOURA, 2012; VARGAS et al., 2017).

O padrão racial é fundamental para a manutenção das características morfológicas específicas de cada raça, as quais estão associadas a um melhor desempenho produtivo e adaptação dos animais (BOLIGON et al., 2016; REIMANN et al., 2018). Por outro lado, o escore de características sexuais é utilizado na seleção de animais com caráter sexual condizente com o sexo, ou seja, machos com aspectos masculinos e fêmeas com aparência feminina (CARDOSO e LOPA, 2017), sendo que estas características devem ser mais acentuadas com o avanço da idade. O referido escore também é utilizado como uma medida indireta de capacidade de produção hormonal, sendo relacionado à eficiência reprodutiva.

A pigmentação ocular é uma das características de grande importância em animais das raças Hereford e Braford, principalmente quando mantidos em regiões tropicais. De modo geral, doenças oculares possuem maior potencial para afetar *Bos taurus* (RAMOS et al., 2007), especialmente animais da raça Hereford, que apresentam maior incidência dessas enfermidades devido à ausência ou reduzida pigmentação ocular quando comparado a outras raças de bovinos (RAMOS et al., 2007; MINHO et al., 2015). O tamanho de umbigo também é economicamente importante para bovinos de corte criados em sistemas extensivos de produção. Animais com umbigo muito pronunciado ou pendular apresentam maiores riscos de lesões causadas pelo contato direto com as pastagens, levando a infecções, prejuízos na reprodução e, conseqüentemente, gastos adicionais com tratamentos (BIGNARDI et al., 2011; AGUIAR et al., 2018; ROMERO et al., 2018).

Apesar da importância que os escores de aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo apresentam, estudos com estas características são escassos. Além disso, poucos trabalhos foram desenvolvidos visando determinar a magnitude das associações genéticas existentes entre esses escores, limitando-se basicamente a correlações entre alguns deles com pesos e ganhos em peso (BOLIGON et al., 2016; VARGAS et al., 2017; CAMPOS et al., 2018). Dessa forma, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estimar parâmetros e correlações genéticas de escores de aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo e pesos obtidos na desmama e ao sobreano nas raças Hereford e Braford.

8.2 Materiais e Métodos

8.2.1 Animais e características avaliadas

No presente estudo foram utilizadas informações fenotípicas de 83.088 animais das raças Hereford e Braford que integram o banco de dados do programa de avaliação genética Pampaplus, nascidos de 2007 a 2017. Foram avaliados escores atribuídos visualmente na desmama e ao sobreano para aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo, além de pesos obtidos nessas mesmas idades.

Nos rebanhos participantes do programa Pampaplus são permitidos diferentes manejos alimentares e reprodutivos. De modo geral, os animais são criados de maneira extensiva, com o regime alimentar baseado em campo natural, campo natural melhorado, campo natural com suplementação, pastagem, pastagem com suplementação ou concentrado. O manejo reprodutivo é feito por monta controlada ou inseminação artificial.

Na população estudada, os animais são avaliados fenotipicamente na desmama e ao sobreano, por um técnico credenciado ao programa. As atribuições visuais são realizadas através de uma escala desenvolvida a partir de padrões pré-estabelecidos por um conselho técnico. As características variam de 1 a 3 ou de 1 a 5, dependendo do escore. Para o escore de aprumos e locomoção os animais são avaliados nas posições frontal, lateral e posterior e, de modo geral, bons aprumos são apontados pela forma vertical dos membros. Para esse escore são atribuídas notas 1 (ruim), 2 (aceitável) ou 3 (ideal). No escore de características raciais os animais são avaliados de acordo com o padrão de cada raça, definido pela ABHB (Anexo 1), sendo dadas notas 1 (animais fora do padrão racial), 2 (animais admissíveis) ou 3 (animais dentro do padrão racial). Na obtenção das características sexuais, avaliam-se as características próprias do sexo do animal, ou seja, machos devem apresentar cabeça masculina, pescoço forte, músculos pesados, testículo e bolsa escrotal de tamanho adequado a raça e idade, já as fêmeas a cabeça deve ser refinada, pescoço estreito e limpo, forma corporal angular, buscando paletas suaves e posteriores um pouco mais fortes, demonstrando uma boa abertura da pélvis. Para esse escore são atribuídos valores de 1 (animais deficientes), 2 (condição aceitável) ou 3 (ideal).

Na obtenção do escore de pigmentação ocular, a avaliação é feita com base em uma referência para cada raça. A percentagem de pigmentação nas pálpebras

superior e inferior de cada olho separadamente é considerada em animais da raça Hereford. Por outro lado, para a raça Braford é observada a quantidade de pigmentação vermelha ao redor dos olhos, sendo exigida pigmentação ao redor de toda a mucosa nos dois olhos. Para a raça Hereford são consideradas as notas 1 (ausência de pigmentação), 2 (traços, um olho parcialmente pigmentado), 3 (razoável, um olho totalmente pigmentado), 4 (boa pigmentação, dois olhos parcialmente pigmentados) ou 5 (excelente pigmentação, os dois olhos são totalmente pigmentados). Na raça Braford, as notas atribuídas são 1 (ausência de pigmentação), 2 (traços leves, parcialmente pigmentados em um ou nos dois olhos), 3 (boa pigmentação, toda a mucosa pigmentada ao redor dos olhos), 4 (excelente pigmentação, presença de óculos, boa pigmentação ao redor dos dois olhos) ou 5 (excelente pigmentação, mascarado ou tapado, presença de óculos com máscara ou tapado).

O escore de tamanho de umbigo é obtido a partir de valores utilizados como referência de tamanho e posição de umbigo, bainha e prepúcio para cada uma das raças. Os animais devem apresentar umbigo com aspecto sadio, angulação menor que 45 graus, orifício prepucial voltado para frente, sem excesso de pregas, nem penduloso demais, além de não apresentarem prolapso prepucial. Os valores atribuídos são 1 (umbigos muito pequenos, quase colados na barriga), 2 (pequeno), 3 (médio), 4 (grande e aceitável) ou 5 (muito grande e inaceitável).

8.2.2 Grupos de contemporâneos (GC)

Os grupos de contemporâneos (GC) para as características obtidas na desmama foram determinados a partir das combinações dos efeitos de fazenda, ano de nascimento, sexo, raça do animal, raça da mãe, grau de sangue para a raça Braford em suas diferentes composições genéticas, grau de sangue da mãe, regime alimentar na desmama, grupo de manejo na desmama e data da mensuração na desmama. A idade máxima entre os animais pertencentes ao mesmo GC foi calculada e, em intervalos superiores a 90 dias, o GC foi subdividido até que a diferença de idade de animais pertencentes ao mesmo GC não excedesse o limite de 90 dias. Para as mesmas características obtidas ao sobreano, os GC foram formados por fazenda, ano de nascimento, sexo, raça do animal, raça da mãe, grau de sangue para a raça Braford em suas diferentes composições genéticas, grau de

sangue da mãe, regime alimentar ao sobreano, grupo de manejo ao sobreano e data da mensuração ao sobreano.

Para todas as características foram mantidos GC formados por no mínimo três animais. Para os escores visuais, GC sem variabilidade fenotípica foram excluídos. Além disso, pesos na desmama e ao sobreano que se distanciavam $\pm 3,5$ desvios-padrão da média do GC ao qual pertenciam foram retirados das análises. O arquivo de genealogia utilizado para montar a matriz de parentesco continha identificação do animal, pai e mãe, totalizando 149.542 animais. As informações utilizadas nas análises após edição dos dados são apresentadas nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5. Descrição dos dados fenotípicos dos pesos e escores visuais obtidos na desmama e ao sobreano em animais das raças Hereford e Braford.

	Características					
	Pesos	Aprumos e Locomoção	Características Raciais	Características Sexuais	Pigmentação Ocular	Tamanho de Umbigo
Desmama						
Número de animais	82.502	82.433	83.088	82.405	75.308	75.221
Número de touros	7.360	7.509	7.546	7.505	6.504	7.370
Número de vacas	39.450	39.758	40.031	39.746	36.452	36.040
Número de grupos de contemporâneos	3.135	3.317	3.365	3.318	3.104	2.995
Média±DP ¹ da idade na mensuração (dias)	215±21,32	193,82±39,28	193,86±39,29	193,82±39,29	193,11±39,76	192, 24±39,38
Média±DP da idade da vaca ao parto (anos)	2.043±863,72	8,73±5,03	8,72±5,03	8,73±5,03	8,75±5,02	8,71±5,02
Sobreano						
Número de animais	42.060	42.015	42.063	42.062	37.649	37.840
Número de touros	4.001	4.004	4.006	4.006	3.454	3.841
Número de vacas	25.524	25.753	25.769	25.770	23.390	23.506
Número de grupos de contemporâneos	2.643	2.642	2.649	2.649	2.473	2.649
Média±DP da idade na mensuração (dias)	550±32,05	535±51,33	535,58±51,31	535,59±51,31	534,88±50,60	535,59±51,31
Média±DP da idade da vaca ao parto (anos)	2.126±854,66	9,73±4,86	9,72±4,86	9,72±4,86	9,78±4,87	9,72±4,86

¹DP: desvio padrão

Tabela 6. Frequências das observações dos escores visuais para aprumos e locomoção (AL), características raciais (CR), características sexuais (CS), pigmentação ocular (PO) e tamanho de umbigo (UM) avaliados na desmama e ao sobreano nas raças Hereford e Braford.

Notas	Frequências dos escores visuais (%)									
	Desmama					Sobreano				
	AL	CR	CS	PO	UM	AL	CR	CS	PO	UM
1	2,55	7,01	2,86	10,89	59,96	1,57	2,90	2,02	7,57	59,39
2	16,10	14,83	13,16	13,78	31,87	16,10	14,30	9,85	11,94	30,59
3	81,35	78,16	83,98	22,70	7,17	82,33	82,80	88,13	24,94	8,60
4	-	-	-	26,97	0,86	-	-	-	30,07	1,24
5	-	-	-	25,66	0,14	-	-	-	25,48	0,18

8.2.3 Análises genético-quantitativas

Os componentes de (co)variâncias e parâmetros genéticos foram estimados em análises bi-características, utilizando inferência bayesiana e modelos linear para os pesos na desmama e ao sobreano e de limiar para os escores visuais, com auxílio do programa THRGIBBS1F90 (MISZTAL et al., 2002). Nas análises foram considerados os efeitos sistemáticos de GC e as covariáveis idade do animal na mensuração e idade da mãe ao parto (efeitos linear e quadrático). Como aleatórios foram considerados os efeitos genéticos aditivos direto e materno, de ambiente permanente materno e residual. Os efeitos maternos foram incluídos somente para as características mensuradas na desmama.

Foi assumida distribuição uniforme *a priori* para os efeitos sistemáticos e, para os componentes de (co)variâncias, distribuição Wishart invertida. As análises consistiram de cadeias com 800.000 ciclos, sendo descartados os primeiros 200.000 ciclos, com amostras retiradas a cada 50 iterações, totalizando 12.000 amostras para a obtenção das distribuições posteriores das (co)variâncias e parâmetros. Para a confirmação de convergência dos parâmetros estimados foram realizadas inspeções gráficas e testes estatísticos de Heldelberger e Welch (HELDELBERGER & WELCH, 1983) utilizando o pacote Coda (PLUMMER et al., 2006) do programa R (R Core Team, 2014).

O modelo geral utilizado nas análises pode ser representado como:

$$y = X\beta + Z_1a + Z_2m + Wc + e$$

em que: y é o vetor de observações, β é o vetor de parâmetros dos efeitos sistemáticos, com matriz de incidência X , a é o vetor paramétrico dos efeitos genéticos aditivos diretos, com matriz de incidência Z_1 , m é o vetor paramétrico dos efeitos genéticos aditivos maternos, com matriz de incidência Z_2 , c é o vetor paramétrico dos efeitos de ambiente permanente materno, com matriz de incidência W e e é o vetor do erro residual.

As pressuposições assumidas nas análises foram: $E[y] = X\beta$; $\text{Var}(a) = A \otimes \Sigma a$; $\text{Var}(m) = A \otimes \Sigma m$; $\text{Var}(c) = I \otimes \Sigma c$ e $\text{Var}(e) = I \otimes \Sigma e$, em que: Σa é a matriz de (co)variâncias genética aditiva direta; Σm é a matriz de (co)variâncias genética aditiva materna; Σc é a matriz de (co)variâncias de ambiente permanente materno; Σe é a matriz de (co)variâncias residual. A é matriz do numerador de parentesco; I é a matriz identidade; e $\otimes$ representa o produto direto entre as matrizes.

Os escores visuais com atribuição de 1 a 5 foram analisados com a utilização do seguinte modelo de limiar:

$$f(w_i|y_i) = \prod_{j=1}^{n_i} 1(l_{ij} < t_1)1(w_{ij} = 1) + 1(t_1 < l_{ij} < t_2)1(w_{ij} = 2) + 1(t_2 < l_{ij} < t_3)1(w_{ij} = 3) \\ + 1(t_3 < l_{ij} < t_4)1(w_{ij} = 4) + 1(t_4 < l_{ij})1(w_{ij} = 5)$$

em que: para cada característica i ($i = 1, 2, 3, 4$ ou 5), w_{ij} e l_{ij} são variáveis categóricas e escala subjacente da observação j , respectivamente; t_1 a t_4 são os limiares que definem a resposta categórica para cada característica e n_i representa o número total de dados para cada característica estudada. Foi definida distribuição inicial uniforme para os limiares. Para os escores variando de 1 a 3, o modelo é similar, porém sendo considerados apenas dois limiares.

8.3 Resultados e Discussões

Para os escores de aprumos e locomoção, características raciais e características sexuais na desmama e ao sobreano, poucos animais foram classificados com escore 1 (1,57 a 7,01%; Tabela 6), sendo considerados como ruins, fora do padrão e deficientes, respectivamente. Por outro lado, aproximadamente 20% dos animais apresentaram ausência ou traços leves de pigmentação ocular de acordo com os padrões pré-estabelecidos para as raças Hereford e Braford (notas 1 e 2), indicando a possibilidade de perdas econômicas devido a ocorrência de doenças oculares. Para o tamanho de umbigo, a maioria dos animais foi classificada como ideal para a raça Hereford (notas 1 e 2), porém como muito pequeno para a raça Braford, uma vez que o ideal são notas 2 e 3.

Foram estimadas herdabilidades diretas de baixas magnitudes para os pesos na desmama e ao sobreano (Tabela 7), sendo semelhante aos valores reportados por Barichello et al. (2010) para a raça Canchim e Teixeira et al. (2018) para bovinos Hereford e Braford. Por outro lado, maiores herdabilidades para essas características são comumente relatadas na literatura (GORDO et al., 2012; REGATIERI et al., 2012; TORRES – VÁSQUES e SPANGLER, 2016, SCHMIDT et al., 2019). De modo geral, os altos valores das variâncias ambientais estimadas para os pesos na desmama e ao sobreano contribuíram para a obtenção das baixas herdabilidades e, portanto, um controle mais rigoroso da variação ambiental pode aumentar os valores do referido parâmetro na população avaliada.

Tabela 7. Médias e desvios-padrão dos componentes de variâncias e herdabilidades estimados para pesos e escores visuais na desmama e ao sobreano em bovinos da raça Hereford e Braford.

Parâmetros	Características na Desmama ¹					
	PED	ALD	CRD	CSD	POD	UMD
Variância genética aditiva direta	90,87 (±11,60)	0,16 (±0,01)	0,51 (±0,03)	0,31 (±0,01)	0,44 (±0,05)	0,17 (±0,01)
Variância genética materna	42,35 (±6,89)	0,02 (±0,01)	0,03 (±0,01)	0,02 (±0,01)	0,05 (±0,01)	0,01 (±0,01)
Variância de ambiente permanente materno	84,45 (±8,23)	0,01 (±0,01)	0,03 (±0,01)	0,01 (±0,01)	0,02 (±0,01)	0,01 (±0,01)
Variância residual	503,32 (±8,39)	0,42 (±0,01)	1,41 (±0,03)	0,54 (±0,01)	1,80 (±0,15)	0,35 (±0,01)
Herdabilidade direta	0,15 (±0,01)	0,38 (±0,02)	0,25 (±0,01)	0,36 (±0,02)	0,32 (±0,01)	0,33 (±0,02)
Herdabilidade materna	0,05 (±0,01)	0,01 (±0,01)	0,02 (±0,01)	0,01 (±0,01)	0,03 (±0,01)	0,02 (±0,01)
Parâmetros	Características ao Sobreano ²					
	PES	ALS	RCS	CSS	POS	UMS
Variância genética aditiva direta	230,03 (±33,52)	0,13 (±0,01)	0,46 (±0,03)	0,20 (±0,02)	2,38 (±0,46)	0,22 (±0,01)
Variância residual	1012,45 (±26,70)	0,39 (±0,01)	0,91 (±0,03)	0,62 (±0,02)	5,26 (±0,77)	0,34 (±0,01)
Herdabilidade direta	0,20 (±0,02)	0,25 (±0,02)	0,33 (±0,02)	0,24 (±0,03)	0,31 (±0,02)	0,39 (±0,02)

¹PED: peso na desmama; ALD: aprumos e locomoção na desmama; CRD: características raciais na desmama; CSD: características sexuais na desmama; POD: pigmentação ocular na desmama; UMD: tamanho de umbigo na desmama.

²PES: peso ao sobreano; ALS: aprumos e locomoção ao sobreano; RCS: características raciais ao sobreano; CSS: características sexuais ao sobreano; POS: pigmentação ocular ao sobreano; UMS: tamanho de umbigo ao sobreano.

As herdabilidades diretas de moderadas magnitudes estimadas para o escore de aprumos e locomoção na desmama e ao sobreano (Tabela 7) indicam que a característica deve responder a seleção, principalmente quando mensurada na desmama. A condição normal dos membros de sustentação do animal é particularmente importante para rebanhos em que o manejo reprodutivo é baseado em monta natural, pois aprumos defeituosos ou fracos podem prejudicar o

desempenho reprodutivo devido ao maior esforço exigido durante a monta, reduzindo a vida útil dos reprodutores. Herdabilidades semelhantes às obtidas no presente estudo foram reportadas na literatura para animais de raças zebuínas (PASSAFARO et al., 2013; SANTANA et al., 2013; ABREU et al., 2017), com valores variando de 0,26 a 0,39. Segundo Jeyaruban et al. (2012), a mensuração do escore de pernas e pés em animais jovens e a seleção desses animais antes da estação reprodutiva com base nos valores genéticos preditos para a característica pode reduzir o desgaste físico de reprodutores no rebanho, já que reprodutores com problemas relacionados aos aprumos, tem maiores dificuldades de locomoção e, conseqüentemente, de detectar o cio de vacas e até mesmo no ato da cópula. Portanto selecionarmos esses animais antecipadamente, poderemos corrigir e evitar tais problemas futuramente.

O escore de características raciais apresenta variabilidade genética na população estudada, com herdabilidades diretas de $0,25 \pm 0,01$ (na desmama) e $0,33 \pm 0,02$ (ao sobreano). Dessa forma, além das medidas adotadas que encorajam os criadores a descartar os animais considerados fora do padrão, como a impossibilidade de registro dos mesmos pela associação responsável, a utilização de reprodutores com maiores valores genéticos para esse escore, principalmente quando obtido ao sobreano, deve aumentar o número de animais que se enquadram nos padrões desejados para as raças Hereford e Braford. Herdabilidades semelhantes às obtidas no presente estudo para o escore de características raciais foram estimadas por Abreu et al. (2017) para animais da raça Guzerá e Reimann et al. (2018) para as raças Hereford e Braford. Por outro lado, menores valores de herdabilidade para diferentes atribuições de escores que retratam caracteres raciais foram reportados para a raça Nelore (FARIA et al., 2009; LIMA et al., 2013; PASSAFARO et al., 2013; BOLIGON et al., 2016), os quais variaram de 0,14 a 0,24. De acordo com Faria et al. (2009), a raça Nelore apresenta alta uniformidade para aspectos raciais, levando a baixas herdabilidades devido a reduzida variância genética aditiva.

As herdabilidades diretas de moderada magnitude estimadas para o escore de características sexuais na desmama e ao sobreano ($0,36 \pm 0,02$ e $0,24 \pm 0,03$, respectivamente) indicam que a seleção deve proporcionar ganhos genéticos nos aspectos sexuais desejados em machos e fêmeas. Cabe destacar que, nessa população o escore para características sexuais é atribuído por técnicos treinados

mediante a observação de características específicas em cada sexo, sendo monitorado pela associação e utilizado como um dos critérios de descarte de reprodutores, a fim de garantir que os animais apresentem índices desejáveis de hormônios sexuais (Cardoso & Lopa, 2016), o que pode justificar o reduzido número de animais classificados como deficientes para a característica (2,86 e 2,02% na desmama e ao sobreano, respectivamente). Não foram encontrados estudos avaliando o escore de características sexuais em bovinos de corte de raças taurinas ou cruzadas. Para rebanhos das raças Nelore e Guzerá foram reportadas herdabilidades com valores semelhantes aos obtidos no presente estudo, variando de 0,23 a 0,46 (KOURY FILHO et al., 2002; PASSAFARO et al., 2013; ABREU et al., 2017).

Foram obtidas herdabilidades diretas de moderada magnitude para o escore de pigmentação ocular na desmama e ao sobreano (Tabela 7), indicando a possibilidade de redução de perdas econômicas decorrentes do carcinoma ocular em bovinos Hereford e Braford com a utilização desse escore como um dos critérios de seleção, melhorando a adaptação desses animais ao ambiente tropical. A pigmentação ocular é particularmente relevante para as raças estudadas, devido a pré-disposição de ocorrência de carcinoma ocular descrita em bovinos Hereford (PAUSCH et al., 2012; DAVIS et al., 2015) e por ser um requisito para o padrão racial e registro genealógico de animais da raça Brangus, justificando a sua utilização em decisões de descarte ou seleção de reprodutores.

Herdabilidades de diferentes magnitudes são reportadas para a pigmentação ocular em rebanhos das raças Hereford e Braford. Teixeira et al. (2015) estimaram herdabilidade de baixa magnitude (0,18) para o escore de pigmentação ocular ao sobreano, variando de 1 a 5. Resultado semelhante foi relatado por Piccoli et al. (2017), que estimaram herdabilidade de 0,20 para o mesmo escore, porém, variando de 1 a 3. Por outro lado, Reimann et al. (2018) estimaram maior herdabilidade ($0,46 \pm 0,02$) para o escore de pigmentação ocular variando de 1 a 3. A variação dos resultados obtidos em diferentes estudos pode estar associada à metodologia utilizada na obtenção do escore, nos modelos utilizados nas análises, bem como nas diferenças genéticas existentes entre as populações avaliadas.

As moderadas herdabilidades diretas estimadas para o escore de tamanho de umbigo na desmama ($0,33 \pm 0,02$) e ao sobreano ($0,39 \pm 0,02$) indicam que a seleção de reprodutores com valores genéticos desejáveis para a característica deve reduzir

as perdas econômicas decorrentes de lesões e traumas ocasionadas pela vegetação, principalmente em animais com umbigos e prepúcios longos e pendulosos, pela incapacidade de realizarem suas funções reprodutivas de modo satisfatório. Semelhante ao obtido no presente estudo, Araújo et al. (2012) e Gordo et al. (2012) reportaram moderadas herdabilidades (0,32 e 0,38, respectivamente) para o escore de umbigo ao sobreano em bovinos das raças Brangus e Nelore, e sugeriram sua utilização como critério de seleção por ser uma característica funcionalmente importante, principalmente para animais com maior composição genética zebuína. Em outros estudos foram estimadas maiores herdabilidades para o escore de umbigo, com valores variando de 0,42 a 0,45 (NEVES et al., 2014; BOLIGON et al., 2016; CAMPOS et al., 2018). Por outro lado, para animais da raça Nelore, Bignardi et al. (2011) obtiveram herdabilidades de menores magnitudes para escore de umbigo na desmama ($0,14 \pm 0,01$) e ao sobreano ($0,26 \pm 0,01$).

As herdabilidades maternas estimadas para o peso e escores visuais na desmama apresentaram baixas magnitudes, com valores variando de 0,01 a 0,05 (Tabela 7). Dessa forma, na população estudada, a seleção para habilidade materna não deve resultar em alterações nas características obtidas na desmama avaliadas.

As correlações genéticas altas e favoráveis estimadas entre o escore de aprumos e locomoção e pesos obtidos na desmama e ao sobreano (variando de $0,71 \pm 0,01$ a $0,95 \pm 0,01$, Tabela 8) facilitam a obtenção de animais com melhor potencial genético para crescimento e sem defeitos de aprumos. De modo geral, esses resultados indicam que a seleção de reprodutores com maiores valores genéticos para pesos na desmama e ao sobreano deve levar a redução de defeitos nos aprumos e de problemas relacionados a capacidade de locomoção, uma vez que essas características são influenciadas, em geral, pelos mesmos genes de efeito aditivo. Correlações genéticas inferiores em relação às obtidas no presente estudo foram estimadas entre o escore de aprumos e peso obtidos na desmama (Koury Filho et al., 2002) e ao sobreano (Lima et al., 2013) de animais da raça Nelore, com valores de 0,74 e 0,54, respectivamente. Por outro lado, Vargas et al. (2017) obtiveram correlação genética nula ($0,04 \pm 0,07$) entre o escore de membros (solidez de pernas e pés) ao sobreano e peso ao sobreano em animais da raça Nelore. Posteriormente, para o mesmo escore, porém atribuído para os 20% animais superiores de acordo com o índice de seleção adotado pelo programa, os autores estimaram moderada correlação genética ($0,39 \pm 0,06$).

Tabela 8 - Médias e desvios-padrão das correlações genéticas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) entre os pesos e escores visuais mensurados na desmama e ao sobreano em bovinos das raças Hereford e Braford.

	PED	PES	APD	APS	CRD	CRS	CSD	CSS	POD	POS	UMD	UMS
PED	-	-	0,95±0,01	0,71±0,01	0,54±0,02	0,34±0,03	0,92±0,01	0,53±0,02	0,52±0,02	0,33±0,01	0,55±0,03	0,40±0,02
PES	-	-	0,77±0,03	0,80±0,02	0,43±0,03	0,39±0,02	0,57±0,01	0,76±0,04	0,26±0,04	0,28±0,02	0,28±0,02	0,25±0,01
APD	0,21±0,01	0,12±0,02	-	0,94±0,02	0,91±0,01	0,41±0,09	0,99±0,01	0,83±0,08	0,37±0,06	0,14±0,07	0,55±0,06	0,30±0,08
APS	0,15±0,01	0,13±0,01	0,18±0,01	-	0,42±0,10	0,89±0,04	0,75±0,09	0,99±0,01	0,15±0,10	0,24±0,11	0,23±0,10	0,25±0,11
CRD	0,17±0,01	0,14±0,02	0,29±0,01	0,06±0,01	-	0,99±0,01	0,97±0,01	0,71±0,15	0,36±0,05	0,29±0,06	0,10±0,06	-0,02±0,07
CRS	0,05±0,01	0,11±0,01	0,06±0,01	0,18±0,02	0,36±0,01	-	0,66±0,09	0,99±0,01	0,14±0,08	0,17±0,09	-0,02±0,09	-0,17 ±0,10
CSD	0,20±0,01	0,07±0,02	0,45±0,01	0,09±0,01	0,30±0,01	0,08±0,01	-	0,95±0,02	0,33±0,07	0,10±0,12	0,46±0,08	0,25±0,10
CSS	0,12±0,02	0,09±0,02	0,09±0,01	0,30±0,02	0,08±0,01	0,21±0,02	0,05±0,01	-	0,02±0,15	-0,12±0,34	0,23±0,03	0,37±0,03
POD	0,16±0,01	0,15±0,01	0,09±0,01	0,02±0,01	0,13±0,01	0,05±0,01	0,08±0,01	0,01±0,02	-	0,99±0,01	0,33±0,05	0,31±0,05
POS	0,21±0,02	0,13±0,02	0,02±0,01	0,05±0,01	0,06±0,01	0,10±0,01	0,02±0,01	0,03±0,02	0,08±0,01	-	0,27±0,01	0,29±0,07
UMD	0,22±0,01	0,10±0,01	0,09±0,01	0,03±0,01	0,02±0,01	-0,05±0,01	0,07±0,01	0,02±0,01	0,08±0,02	0,05±0,01	-	0,99±0,01
UMS	0,14±0,01	0,11±0,01	0,04±0,01	0,04±0,01	-0,01±0,02	-0,02±0,01	0,02±0,01	0,03±0,01	0,07±0,01	0,06±0,01	0,43±0,01	-

¹PED: peso na desmama; PES: peso ao sobreano; APD: aprumos e locomoção na desmama; APS: aprumos e locomoção ao sobreano; CRD: características raciais na desmama; CRS: características raciais ao sobreano; CSD: características sexuais na desmama; CSS: características sexuais ao sobreano; POD: pigmentação ocular na desmama; POS: pigmentação ocular ao sobreano; UMD: tamanho de umbigo na desmama; UMS: tamanho de umbigo ao sobreano.

Em estudos com bovinos leiteiros é relatada relevante influência do peso corporal no surgimento de algumas doenças nas pernas e pés, resultando em problemas de locomoção e reprodução (NEVEUX et al., 2006; VAN NUFFEL et al., 2015). A laminite é a principal responsável pelos problemas de cascos de vacas leiteiras mantidas em confinamento, tendo como principais causas o peso dos animais que permanecem por muito tempo em pé em piso de concreto e a acidose ruminal provocada por fatores relacionados à nutrição (NICOLETTI, 2004). O animal afetado distribui o peso corporal de maneira desigual entre os quatro membros, levando a alterações na locomoção (BOND et al., 2012). De modo geral, a dificuldade de locomoção de animais acometidos por problemas podais ocasiona impactos econômicos negativos devido à possibilidade de infertilidade, queda na produção, altos custos com tratamentos e casqueamento, além do descarte precoce (FERREIRA et al., 2004; SILVA et al., 2004). Dessa forma, a seleção baseada no escore de aprumos e locomoção deve auxiliar na obtenção de animais com boa estrutura óssea e sustentação adequada ao ambiente de criação.

Os escores de características raciais atribuídos na desmama e ao sobreano e pesos mensurados nessas idades apresentaram correlações genéticas moderadas e positivas (Tabela 8), sugerindo a obtenção de animais que se enquadram melhor no perfil das raças Hereford e Braford com a seleção baseada em maiores pesos na desmama e ao sobreano. De modo geral, associações genéticas positivas e de baixas a moderadas magnitudes entre características raciais e de crescimento são reportadas na literatura. Para animais da raça Nelore, Koury Filho et al. (2002) estimaram correlações genéticas semelhantes às obtidas no presente estudo entre o escore racial na desmama com os pesos na desmama e ao sobreano, com valores de 0,41 e 0,69, respectivamente. Boligon et al. (2016) obtiveram correlações genéticas ligeiramente inferiores entre o escore de caracterização racial ao sobreano com os ganhos em peso do nascimento a desmama e da desmama ao sobreano (0,26 e 0,24, respectivamente). Avaliando machos inteiros da raça Nelore em provas de desempenho, Lima et al. (2013) reportaram correlação genética de 0,17 entre o escore de padrão racial ao sobreano e peso ao sobreano.

As correlações genéticas de moderada a alta magnitudes estimadas entre o escore de características sexuais e pesos, ambos obtidos na desmama e ao sobreano (Tabela 8), confirmam os resultados reportados em estudos com zebuínos que indicam associações genéticas favoráveis entre essas características. Para

animais da raça Nelore, Koury Filho et al. (2002) e Lima et al. (2013) reportaram correlações genéticas de 0,33 e 0,87, respectivamente, entre o escore de sexualidade e peso ao sobreano. Dessa forma, animais com potencial genético para maiores pesos são, em parte, os que apresentam melhor pontuação para o referido escore, principalmente quando essas características forem obtidas na mesma idade. Portanto, a seleção de animais com maiores valores genéticos para pesos na desmama e ao sobreano deve levar a mudanças favoráveis nas características sexuais, com a obtenção de reprodutores que apresentam maior masculinidade e matrizes mais femininas, com maior equilíbrio dos hormônios sexuais atuantes.

Os pesos na desmama e ao sobreano apresentaram correlação genética moderada e positiva com os escores de pigmentação ocular e tamanho de umbigo atribuídos nessas idades (Tabela 8), sugerindo que a seleção para maiores pesos pode levar, a longo prazo, em redução na incidência de enfermidades oculares e aumento de lesões prepuciais causadas pelo contato direto com a vegetação. Porém, é possível obter animais que são conjuntamente mais pesados, com maior pigmentação na região ocular e com umbigo de tamanho desejável incluindo essas características como critérios de seleção nas raças Hereford e Braford. De modo semelhante, Lima et al. (2013) e Boligon et al. (2016) reportaram correlações genéticas de 0,62 e 0,32 entre o escore de umbigo com os pesos na desmama e ao sobreano, respectivamente, ao analisarem rebanhos da raça Nelore. Correlações genéticas nulas e positivas de baixas magnitudes também foram reportadas na literatura entre o escore de umbigo e pesos na desmama e ao sobreano, as quais variaram de -0,01 a 0,22 (BARICHELLO et al., 2010; ARAÚJO et al., 2012; GORDO et al., 2012; TAVEIRA et al., 2016; CAMPOS et al., 2018), para animais das raças Canchim, Brangus, Nelore e Hereford e Braford. Por outro lado, Teixeira et al. (2015) reportaram correlações genéticas negativas entre o escore de pigmentação ocular ao sobreano com os pesos na desmama (-0,25) e ao sobreano (-0,45) nas raças Hereford e Braford,

Correlações genéticas positivas e de alta magnitude foram estimadas entre os escores de aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo obtidos na desmama e os mesmos escores ao sobreano ($0,94 \pm 0,02$ a $0,99 \pm 0,01$, Tabela 8), indicando que a seleção para qualquer um dos escores visuais atribuídos na desmama implicará em resposta correlacionada favorável para a mesma característica ao sobreano.

Portanto, a atribuição desses escores somente na desmama é indicada na população estudada, pois além de permitir a antecipação da seleção, irá proporcionar redução nos custos de obtenção dessas medidas fenotípicas por serem mensuradas somente nessa idade.

Os escores de aprumos e locomoção, características raciais e características sexuais apresentaram altas e positivas correlações genéticas entre si (Tabela 8), exceto entre o escore de aprumos e locomoção na desmama com características raciais ao sobreano ($0,41 \pm 0,09$) e aprumos e locomoção ao sobreano com características raciais a desmama ($0,42 \pm 0,10$), em que as associações foram moderadas. As correlações genéticas favoráveis estimadas entre esses escores sugerem ser possível selecionar animais que apresentem em conjunto melhores aprumos, que se enquadram nos padrões exigidos pela raça e sejam ideais para os aspectos sexuais considerados. Avaliando machos da raça Nelore participantes de provas de desempenho, Lima et al. (2013) reportaram correlação genética de 0,91 entre os escores de padrão racial e características sexuais. Para animais da raça Brahman, Fair et al. (2014) obtiveram associações genéticas moderadas entre os escores de caráter sexual com pernas dianteiras (0,57) e pernas traseiras (0,49).

A pigmentação ocular na desmama apresentou correlações genéticas positivas e moderadas com os demais escores avaliados na mesma idade (Tabela 8), indicando que a utilização da pigmentação na região ocular como um dos critérios de seleção auxiliará na obtenção de animais com bons aprumos e melhor capacidade de locomoção, de reprodutores mais masculinizados e matrizes mais femininas e com maior equilíbrio dos hormônios sexuais, além de melhor se enquadrarem no perfil das raças Hereford e Braford. Diferente do obtido no presente estudo, Reimann et al. (2018) reportaram correlação genética negativa entre os escores de pigmentação ocular (variando de 1 a 3) e padrão racial (variando de 1 a 5) atribuídos ao sobreano ($-0,17 \pm 0,06$), indicando que a seleção de animais com maior pigmentação ocular levará a uma leve diminuição no padrão racial. Cabe destacar que a pigmentação ocular é extremamente relevante para bovinos rotineiramente expostos a radiação ultravioleta, por estar relacionada ao carcinoma de células escamosas (CENA & MONTEITH, 1975; MCARTHUR, 1987) e a ceratoconjuntivite infecciosa bovina (CIB) (SNOWDER et al., 2005). O aumento da incidência de CIB na raça Hereford está associado à ausência ou pouca pigmentação ocular (WARD & NIELSON, 1979), sendo prejudicial ao crescimento

dos animais, como relatado por Thrift & Overfield (1974) para bovinos da raça Hereford.

O escore de tamanho de umbigo na desmama e ao sobreano foi associado positivamente com aprumos e locomoção, características sexuais e pigmentação ocular atribuídos nas mesmas idades, com valores variando de $0,23 \pm 0,03$ a $0,55 \pm 0,06$ (Tabela 8). Por outro lado, foram estimadas correlações genéticas praticamente nulas entre o tamanho de umbigo com a caracterização racial, obtidos tanto na desmama como ao sobreano, de modo que indivíduos que expressam as características morfológicas que definem o padrão das raças avaliadas possuem umbigos de tamanhos variados. Dessa forma, a seleção de reprodutores com tamanho de umbigo desejável de acordo com o referencial das raças Hereford e Braford levará a alterações nos aprumos, características sexuais e na pigmentação ocular dos animais em futuras gerações. Utilizando dados de bovinos da raça Nelore participantes de provas de desempenho, Lima et al. (2013) estimaram altas correlações genéticas entre os escore de tamanho de umbigo, aprumos, características sexuais e padrão racial, variando de 0,72 a 0,90. Por outro lado, Teixeira et al. (2015) reportaram baixa correlação genética entre o escore de tamanho de umbigo e pigmentação ocular mensurados ao sobreano (0,10), em animais das raças Hereford e Braford.

Em termos práticos, os resultados obtidos no presente estudo indicam a possibilidade de obtenção de ganhos genéticos para maior crescimento e, ao mesmo tempo, para características morfológicas e funcionais em bovinos Hereford e Braford. A seleção baseada nos escores de aprumos e locomoção, características raciais e sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo deve ser considerada quando o objetivo é melhorar a adaptação desses animais às condições extensivas de produção, além de sua utilização em regiões tropicais.

8.4 Conclusões

Os escores de aprumos e locomoção, características raciais, características sexuais, pigmentação ocular e tamanho de umbigo apresentam variabilidade genética na população estudada, sendo possível a obtenção de ganhos genéticos mediante a seleção baseada nessas características.

A seleção de reprodutores com maiores valores genéticos para pesos obtidos na desmama e ao sobreano deve levar a melhorias nos aprumos e locomoção e nas características raciais e sexuais, além de redução na incidência de enfermidades oculares. Por outro lado, pode provocar aumento no tamanho do umbigo ao longo de algumas gerações.

As altas correlações genéticas estimadas entre os mesmos escores obtidos na desmama e ao sobreano indicam que a seleção pode ser realizada em apenas uma dessas idades, podendo ser antecipada utilizando as atribuições obtidas na desmama.

As correlações genéticas positivas estimadas entre a maioria dos escores estudados indicam a possibilidade de selecionar animais que apresentam em conjunto bons aprumos, que se enquadram nos padrões exigidos pela raça e com aspectos sexuais desejados, além de boa pigmentação ocular. Porém, pode levar a maior incidência de lesões prepuciais causadas pelo contato direto com a vegetação devido ao aumento no tamanho do umbigo.

Referências

- ABHB. Associação Brasileira de Hereford e Braford. **História da raça Hereford**. Disponível em: <http://www.abhb.com.br/herford/herford/>. Acesso em: 25/10/2017.
- ABHB. Associação Brasileira de Hereford e Braford. **Anuário 2014 Hereford e Braford**, 165 p, Bagé, 2014.
- ABHB. Associação Brasileira de Hereford e Braford. **Anuário 2015 Hereford e Braford**, 117 p, Bagé, 2015.
- ABS. Australian Braford Society. **Origin of the Braford**. 2015. Disponível em: <http://braford.org.au/about/origin/>. Acesso em: 25/10/2017.
- ABREU, L.R.A.; MOTA, L.F.M.; FERREIRA, T.A.; PEREIRA, I.G.; PIRES, A.V.; VILLELA, S.D.J.; MERLO, F.A.; MARTINS, P.G.M.A. Genetic evaluation of bodyweight, scrotal circumference, and visual appraisal scores in *Bos indicus* cattle. **Animal Production Science**, v.58, n.9, p.1584-1594, 2017.
- AGUIAR, T.S.; TORRECILHA, R.B.P.; MILANESI, M.; UTSUNOMIYA, A.T.H.; TRIGO, B.B.; TIJJANI, A.; MUSA, H.H.; LOPES, F.L.; AJMONE-MARSAN, P.; CARVALHEIRO, R.; NEVES, H.H.R.; CARMO, A.S.; HANOTTE, O.; SONSTEGARD, T.S.; GARCIA, J.F.; UTSUNOMIYA Y.T. Association of Copy Number Variation at Intron 3 of HMGA2 With Navel Length in *Bos indicus*. **Frontiers in Genetics**, v.9, artigo 627, 2018.
- ANDRIGHETTO, C.; SOARES FILHO, C.V.; FONSECA, R.; CAMINHAS, M.M.T.; PERRI, S.H.V. Correlações entre escores visuais e características produtivas em prova de ganho de peso de bovinos da raça nelore mocha. **Veterinária e Zootecnia**, v.18, n.4, p.602-609, 2011.
- ARAÚJO, C.V.; CARDOSO, A.M.C.; RAMOS, A.A.; ARAÚJO, S.I.; MARQUES, J.R.F.; TOMAZINI, A.P.I.; CHAVES, L.C. Heterogeneidade de variâncias e parâmetros genéticos para produção de leite em bubalinos da raça Murrah, mediante inferência Bayesiana. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.3, p.416-425, 2008.
- ARAÚJO, R.O.; MARCONDES, C.R.; EVERLING, D.M.; WEBER, T.; LOPES, J.S.; GARNERO, A.V.; GUNSKI, R.J.; RORATO, P.R.N. Abordagem bayesiana multivariada para características de crescimento, fertilidade e escores visuais de rebanhos da raça Brangus. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.8, p.1077-1086, 2012.
- BARICHELO, F.; ALENCAR, M.M.; TORRES JÚNIOR, R.A.A.; SILVA, L.O.C. Herdabilidade e correlações quanto a peso, perímetro escrotal e escores visuais à desmama, em bovinos Canchim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.6, p. 563-570, 2010.

BERRY, D.P.; BUCKLEY, F.; DILLON, P.; EVANS, D.R.; VEERKAMP, R.F. Genetic relationships among linear type traits, milk yield, body weight, fertility and somatic cellcount in primiparous dairy cows. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v.43, n.2, p.161-176, 2004.

BIGNARDI, A.B.; GORDO, D.G.M.; ALBUQUERQUE, L.G.; SESANA, J.C. Parâmetros genéticos de escore visual do umbigo em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.4, p.941-947, 2011.

BOLIGON, A.A.; DE VARGAS, L.; SILVEIRA, D.D.; ROSO, V.M.; CAMPOS, G.S.; VAZ, R.Z.; SOUZA, F.R.P. Genetic models for breed quality and navel development scores and its associations with growth traits in beef cattle. **Tropical Animal Health and Production**, v.48, n.8, p.1679-1684, 2016.

BOND, G.B.; ALMEIDA, R.; OSTRENSKY, A.; MOLENTO, C.F.M. Métodos de diagnóstico e pontos críticos de bem-estar de bovinos leiteiros. **Ciência Rural**, v. 42, n. 7, p. 1286-1293, 2012.

CAMPOS, G.S.; REIMANN, F.A.; SCHIMDT, P.I.; CARDOSO, L.L.; SOLLERO, B.P.; BRACCIANI, J.; YOKOO, M.J.; BOLIGON, A.A.; CARDOSO, F.F. Threshold and linear models for genetic evaluation of visual scores in Hereford and Braford cattle. **Animal Production Science**, 2018.

CARDELLINO, R. A.; ROVIRA, J. **Mejoramiento genético animal**. Montevideo, Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S.R. L. 1987. 253 p.

CARDOSO, F.F.; GOMES, C.C.G.; SOLLERO, B.P.; OLIVEIRA, M.M.; ROSO, V.M.; PICCOLI, M.L.; HIGA, R.H.; YOKOO, M.J.; CAETANO, A.R.; AGUILAR, I. Genomic prediction for tick resistance in Braford and Hereford cattle. **Journal Animal Science**, v.93, n.6, p. 2693–2705, 2015.

CARDOSO, F.F.; LOPA, T.M.B.P. **Pampa Plus: avaliação genética Hereford e Braford**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2016. 55 p.

CARDOSO, F.F. **Sumário de touros: Hereford e Braford, Pampaplus**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2017. 100 p.

CARDOSO, F.F.; LOPA, T.M.B.P. **Pampa Plus: avaliação genética Hereford e Braford**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2017. 44 p.

CENA, K.; MONTEITH, J.L. Transfer processes in animal coats. I. Radiative transfer. Proceedings of the Royal Society of London: Series B, **Biological Sciences**, v.188, n.1093, p.377-393, 1975.

CHAPINAL, N.; KOECK, A.; KELTON, D.F.; MASON, S.; CRAMER, G.; MIGLIOR F. Genetic parameters for hoof lesions and their relationship with feet and leg traits in Canadian Holsteins cows. **Journal Dairy Science**, v.96, n. 5, p. 2596-2604, 2013.

CHAPLIN, S.J.; TERNENT, H.E.; OFFER, J.E.; LOGUE, D.N.; KNIGHT, C.H. A comparasion of hoof lesions and behaviour in pregnant and early lactation heifer at housing. **The Veterinary Journal**, v.159, p.147-153, 2000.

DE MELO, R.A.T.; MOURA, M.M.S.C. 2012. **Avaliação visual em programas de melhoramento genético**. Cadernos de Pós-Graduação da Fazu 3.

DONOFRE, A.C.; CASTRO A. C. Determinação, desenvolvimento do sexo e o seu efeito na deposição de tecidos em bovinos. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, v.13, n.25, p. 1-18.

DUARTE, R. P. **Considerações para melhoramento em bovinos de corte**. 3ª edição. Santa Maria, RS, 2012. 134 p.

FAIR, M.D.; NESER, F.W.C.; WYK, J.B. Estimation of genetic parameters of type traits for Namibian Brahman beef cattle. In: World Congress of Genetics Applied to Livestock Production, 10, 2014, Vancouver. **Anais...** Canada, 2014.

FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; ALBUQUERQUE, L.G.; DE LOS REYES, A.; BEZERRA, L.A.F.; LOBO, R.B. Análise genética de escores de avaliação visual de bovinos com modelos bayesianos de limiar e linear. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7, p.835-841, 2008.

FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, CLAUDIO U.; ALBUQUERQUE, LUCIA G.; BEZERRA, LUIZ A. F.; LÔBO, RAYSILDO B. Avaliação genética de características de escores visuais de bovinos da raça Nelore da desmama até a maturidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1191-1200, 2009.

FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, CLAUDIO U.; ALBUQUERQUE, LUCIA G.; BEZERRA, LUIZ A. F.; LÔBO, RAYSILDO B. Estimativas de correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassonografia em bovinos Nelore utilizando modelos bayesianos linear-limiar **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2144-2151, 2009.

FERREIRA, P.M.; LEITE, R.C.; CARVALHO, A.U.; FACURY FILHO, E.J.; SOUZA, R.C.; FERREIRA, M.G. Custo e resultados do tratamento de sequelas de laminite bovina: relato de 112 casos em vacas em lactação no sistema free-stall. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 5, p. 589-594, 2004.

FREITAS, A. K. et al. Nutritional composition of the meat of Hereford and Braford steers finished on pastures or in a feedlot in southern Brazil. **Meat Science**, v. 96, n. 1, p. 353-360, 2014.

GIANOLA, D. Theory and analysis of threshold characters. **Journal of Animal Science**, v. 54, n. 5, p. 1079–1096, 1982.

GIANOLA D.; SORENSEN, D. **Likelihood, bayesian, and MCMC methods in quantitative genetics**. 2ª edição. Statistics for Biology and Health: Springer, 2002. 740 p.

GORDO, D.G.M.; BALDI, F.; LÔBO, R.B.; KOURY FILHO, W.; SAINZ, R.D.; ALBUQUERQUE, L.G. Genetic association between body composition measured by ultrasound and visual scores in Brazilian Nelore cattle. **Journal Animal Science**, v.90, n.6, p. 4223-4229, 2012.

GUTIÉRREZ, J. P., AND GOYACHE, F. Estimation of genetic parameters of type traits in Asturiana de los Valles beef cattle breed. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, 119, p. 93–100, 2002.

HAGGMAN, J.; JUGA J. Genetic parameters for hoof disorders and feet and leg conformation traits in Finnish Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.96, n.5, p.3319-3325, 2013.

HELDELBERGER, P.; WELCH, P. Simulation run length control in the presence of an initial transient. **Operations Research**, v.31, p.1109-1144, 1983.

HUGH, N. MC.; EVANS, R.D.; FAHEY, A.G.; BERRY, D.P. Animal muscularity and size are genetically correlated with animal live-weight and price. **Livestock Science**, v.144, n.1-2, p.11-19, 2012.

JEYARUBAN, G.; TIER, B.; JOHNSTON, D.; GRASER, H. Genetic analysis of feet and leg of Australian Angus cattle using linear and threshold models. **Animal Production Science**, v. 52, n. 1, p. 1-10, 2012.

KOURY FILHO, W.; FERRAZ, J.B.S.; ELER, J.P.; MEISTER, N.C.; PINEDA, N. Estimativas de herdabilidades e correlações genéticas entre escores de avaliações visuais e características de desenvolvimento ponderal em uma população da raça Nelore. In: Simpósio Nacional de Melhoramento Animal, 4, 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2002.

KOURY FILHO, W.; JUBILEU J.S.; ELER J.P.; FERRAZ, J.B.S, PEREIRA, E.; CARDOSO, E.P. Parâmetros genéticos para escores de umbigo e características de produção em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55 n.5, p.594-598, 2003.

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L.G.; ALENCAR, M.M.; FORNI, S.; SILVA, J.A.V.; LÔBO, R.B. Estimativas de herdabilidade e correlações para escores visuais, peso e altura ao sobreano em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p. 2362-2367, 2009.

KOURY FILHO, W.; TRAMONETE, N.; EQUIPE BRASIL COM Z. EPMURAS – Retrato falado. Ferramenta para a seleção funcional de bovinos de corte. **Caderno de atualização técnica e julgamento de Hereford e Braford**. 13º Curso de atualização e julgamento das raças Hereford e Braford. Alegrete, 2015.

LEAL, Joal José Brazzale. **Principais sistemas de cruzamentos e produção de raças sintéticas em gado de corte no Estado do Rio Grande do Sul**. Bagé, 2001. 17 p.

LIMA, P.R.M.; PAIVA, S.R.; COBUCCI, J.A.; NETO, J.B.; MACHADO, C.H.C. Genetic parameters for type classification of Nelore cattle on central performance tests at pasture in Brazil. **Tropical Animal Health and Production**, v.45, n.7, p.1627-1634, 2013.

MALHADO, C.H.M.; RAMOS, A.A.; CARNEIRO, P.L.S.; AZEVEDO, D.M.M.R.; AFFONSO, P.R.A.M.; PEREIRA, D.G.; SOUZA, J.C. Estimativas de parâmetros genéticos para características reprodutivas e produtivas de búfalas mestiças no Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.4, p.830- 839, 2009.

MARCONDES, C.R.; PANETO, J.C.C.; SILVA, J.A.V.; OLIVEIRA, H.N.; LÔBO, R.B. Comparação entre análises para permanência no rebanho de vacas Nelore utilizando modelo linear e modelo de limiar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.2, p.234-240, 2005.

MENEGASSI, S.R.O.; PEREIRA, G.R.; DIAS, E.A.; BREEM, C.; ROCHA, M.K.; BARCELLOS, J. Adaptação das raças sintéticas nas regiões subtropicais e tropicais brasileiras. **Anuário 2015 Hereford e Braford**, 117 p, Bagé, 2015.

MCARTHUR, A.J. Thermal interaction between animal and microclimate: a comprehensive model. **Journal of Theoretical Biology**, v.126, n.2, p.203-238, 1987.

MIGLIOR, F; KEMP, R.A.; BURNSIDE, E.B. Genetic parameter estimates of conformation and performance traits in station-tested Limousin bulls. **Canadian Journal of Animal Science**, v.74, n.2, p.379-381, 1994.

MINHO, A.P.; BERTAGNOLLI, A.C.; GASPAR, E.B.; DOMINGUES, R.; CARDOSO, F.F. **Guia de coleta de dados de carcinoma de células escamosas**. Bagé, 2015. 20 p.

MISZTAL, S.; TSURUTA, S.; STRABEL, T.; AUVRAY, B.; DRUET, T.; LEE, D.H. Blupf90 and related programs (BGF90). In: World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 7, 2002. **Anais ... Montpellier, France (2002)**.

MOURA, M.I.; GOULART, D.S.; ORLANDO, C.F.P.; FRANCO, L.G.; SILVA, O.C.; SILVA, L.A.F. Dermatite digital em bovinos da raça Nelore: avaliação do ganho de peso, medidas testiculares e epididimárias, no pós-operatório das lesões. **Veterinária e Zootecnia**, v. 17, n. 2, p. 239-249, 2010.

NEVES, H.H.R.; REIS, F.P.; PATERNO, F.M.; GUARANI, A.R.; CARVALHEIRO, R.; SILVA, L.R.; OLIVEIRA, J.A.; QUEIROZ, S.A. Herd-of-origin effect on the post-weaning performance of centrally tested Nellore beef cattle. **Tropical Animal Health and Production**, v.46, n.7, p.1235-1241, 2014.

NEVEUX, S.; WEARY, D. M.; RUSHEN, J.; VON KEYSERLINGK M.A.G.; DE PASSILLÉ, A.M. Hoof discomfort changes how dairy cattle distribute their body weight. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n.7, p. 2503-2509, 2006.

NICOLETTI, J.L.M. **Manual de podologia bovina**. São Paulo, 2004. 126 p.

PASSAFARO, T.L.; RAIDAN, F.S.S.; AQUINO, M.P.; ESCARCE, T.C.; JOSAHKIAN, L.A.; TORAL, F.L.B. Parâmetros genéticos para escores visuais de tourinhos Nelore com modelos lineares e de limiar. In: Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal, 10, 2013. **Anais...** Uberaba, 2013.

PICCOLI, M.L.; BRITO, L.F.; BRACCINI, J.; CARDOSO, F.F.; SARGOLZAEI, M.; SCHENKEL, F.S. Genomic predictions for economically important traits in Brazilian Braford and Hereford beef cattle using true and imputed genotypes. **BMC Genetics**, v.18, n. 2, p.1-14, 2017.

PIRES, B.C.; FARIA, C.U.; VIU, M.A.O.; TERRA, J.P.; LOPES, D.T.; MAGNOBOSCO, C.U.; LÔBO, R.B. Modelos bayesianos de limiar e linear na estimação de parâmetros genéticos para características morfológicas de bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.3, p. 651-661, 2010.

PLUMMER, M.; BEST, N.; COWLES, K.; VINES, K. Coda: Convergence diagnosis and output analysis for mcmc. **R News**, v.6, n.1, p.7-11, 2006. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/doc/Rnews/>>.

R Core Team. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria, 2014. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>.

RAIDAN, F.S.S.; TINEO, J.S.A.; MORAES, M.M.; ESCARCE, T.C.; ARAÚJO, A.E.M.; GOMES, M.M.C.; VENTURA, H.T.; TORAL, F.L.B. Associations among growth, scrotal circumference, and visual score of beef cattle in performance tests on pasture or in feedlots. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.48, n.4, p. 309-316, 2017.

REIMANN, F.A.; CAMPOS, G.S.; CARDOSO, F.F. Tendências genéticas para características de crescimento, escore de musculatura e perímetro escrotal em um rebanho da raça Angus. In: XXIII Seminário de Iniciação Científica, 2015. **Anais ...** Ijuí, 2015.

REIMANN, F.A.; BOLIGON, A.A.; CAMPOS, G.C.; JUNQUEIRA, V.S.; CARDOSO, F.F. Genetic parameters and accuracy of traditional and genomic breeding values for eye pigmentation, hair coat and breed standard in Hereford and Braford cattle. **Livestock Science**, v.223, p. 44-50, 2018.

RAMOS, A.T.; NORTE, D.M.; ELIAS, F.; FERNANDES, C.G. Carcinoma de células escamosas em bovinos, ovinos e equinos: estudo de 50 casos no sul do Rio Grande do Sul. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.44, suplemento, p. 5-13, 2007.

REGATIERI, I.C.; BOLIGON, A.A.; BALDI F.; ALBUQUERQUE L.G. Genetic correlations between mature cow weight and productive and reproductive traits in Nellore cattle. **Genetics and Molecular Research**, v.11, n. 3, p. 2979-2986, 2012.

ROMERO, A.R.S.; SIQUEIRA, F.; SANTIAGO, G.G.; REGITANO, L.C.A.; SOUZA JÚNIOR, M.D.; TORRES JÚNIOR, R.A.A.; NASCIMENTO, A.V.; GRISOLIA, A.B.

Prospecting genes associated with navel length, coat and scrotal circumference traits in Canchim cattle. **Livestock Science**, v. 210, p. 33-38, 2018.

ROSA, A.N.; SILVA, L.O.C.; AMARAL, T.B. **Avaliação zootécnica e funcional de touros na fazenda**. Campo Grande, 2003. 4 p.

ROSA, A.N.; MARTINS, E.N.; MENEZES, G.R.O.; SILVA, L.O.C. **Melhoramento genético aplicado em gado de corte: Programa Geneplus**. Brasília, 2013. 256 p.

SANTANA, M.L.; ELER, J.P.; CUCCO, D.C.; BIGNARDI, A.B.; FERRAZ, J.B.S. Genetic associations between hip height, body conformation scores, and pregnancy probability at 14months in Nelore cattle. **Livestock Science**, v.154, n.1-3, p.13-18, 2013.

SCHMIDT, P.I.; CAMPOS, G.S.; ROSO, V.M.; SOUZA, F.R.P.; BOLIGON, A.A. Genetic analysis of female reproductive efficiency, scrotal circumference and growth traits in Nelore cattle. **Theriogenology**, v. 128, p. 47-53, 2019.

SILVA, L.A.F.; FIORAVANTI, M.C.S.; TRINDADE, B.R.; SILVA, O.C.; EURIDES, D.; CUNHA, P.H.J.C.; SILVA, L.M.; MOURA, M.I. Enfermidades digitais em vacas de aptidão leiteira: associação com mastite clínica, metrites e aspectos epidemiológicos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 24, n. 4, p. 217-222, 2004.

SNOWDER, G.D.; VAN VLECK, L.D.; CUNDIFF, L.V.; BENNETT, G.L. Genetic and environmental factors associated with incidence of infectious bovine keratoconjunctivitis in preweaned beef calves. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 3, p. 507-518, 2005.

SORENSEN, D.A.; ANDERSEN, S.; GIANOLA, D. et al. Bayesian inference in threshold models using Gibbs sampling. **Genetic Selection Evolution**, v.27, p.229-249, 1995.

SOUZA, R.C.; FERREIRA, P.M.; MOLINA, L.R.; CARVALHO, A.U.; FACURY FILHO, E.J. Perdas econômicas ocasionadas pelas enfermidades podais em vacas leiteiras confinadas em sistema free stall. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 8, p. 982-987, 2006.

TAVEIRA, R.Z.; NETO, O.J.S.; AMARAL, A.G.A.; PIMENTA, P.S.; CARVALHO, F.E.; OLIVEIRA, B.C.; MARTINS, T.R. Desempenho e escores visuais em bovinos ao sobre ano da raça Nelore. **Pubvet – Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.10 n. 6, p. 503-506, 2016.

TEIXEIRA, B.B.M.; COSTA, R.F.; SOLLERO, B.P.; YOKOO, M.J.; CARDOSO, F.F. Herdabilidades e Correlações Genéticas para Critérios de Seleção das Raças Hereford e Braford. In: Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal, 11, 2015, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBMA, 2015.

THRIFT, F.A.; OVERFIELD, J.R. Impact of pinkeye (infectious bovine keratoconjunctivitis) on weaning and postweaning performance of Hereford calves. **Journal of Animal Science**, v. 36, n. 6, p. 1179-1184, 1974.

TORRES-VÁSQUEZ, J.A; SPANGLER, M.L. Genetic parameters for docility, weaning weight, yearling weight, and intramuscular fat percentage in Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 1, p. 21-27, 2016.

ULBRICHT, K.; KOVÁCS, A.Z.; STEFLER, J. Investigation on the self-performance of young Holstein Friesian bulls, focused on body conformation, feed intake and live weight. **Acta Agraria Kaposváriensis**, v.18, n.1, p. 1-13, 2014.

VARGAS, G.; NEVES, H.H.R.; CARDOSO, V.; MUNARI, D.P.; CAVALHEIRO, R. Genetic analysis of feet and leg conformation traits in Nelore cattle. **Journal Animal Science**, v.95, n.6, p.2379-2384, 2017.

VIU, M.A.O.; TONHATI, H.; CERÓN-MUNÓZ, M.F.; FRIEZ, L.A.; TEIXEIRA, R.A. Parâmetros genéticos do peso e escores visuais de prepúcio e umbigo em gado de corte. **Ars Veterinária**, v.18, n.2, p.179-184, 2002.

WARD, J.K.; NIELSON, M.K. Pinkeye (Bovine Infectious Keratoconjunctivitis) in Beef Cattle. **Journal of Animal Science**, v. 46, n. 2, p. 361-366, 1979.

WATSON, C. **Lameness in Cattle**. 7ª edição. 2007, 192p.

YOKOO, M.J.; LEAL, J.J.B.; REIS, A.P.; MINHO, A.P.; SILVEIRA, M.C.T.; CARDOSO, F.F.; GASPAR, E.B.; OLIVEIRA, J.C.P.; COLLARES, R.S. Prova de Avaliação a Campo da Raça Hereford na Embrapa Pecuária Sul: Qual é a Importância e Eficiência desta Ferramenta no Melhoramento Genético da Raça?. Bagé, 2015. 13 p.

ZURBRIGG, K.; KELTON, D.; ANDERSON, N.; MILLMAN, S. Stall dimensions and the prevalence of lameness, injury, and cleanliness on 317 tie-stall dairy farms in Ontario. **The Canadian Journal**, v. 46, n. 10, p. 902-909, 2005.

Anexos

Anexo 1

Padrão racial da raça Hereford

1) Físico: porte médio à grande, de aparência forte, com boa massa muscular e equilíbrio entre os quartos traseiro e dianteiro. Ossatura forte, sem excessos e bem coberta pela musculatura.

2) Cor: vermelha, com cabeça, extremidades e abaixo do ventre brancos. No tipo brasileiro busca-se a predominância do vermelho claro – ressalvadas nos machos as variações de tons mais escuros no pescoço, paletas e costilhares, designativos de masculinidade; à exceção da cabeça, o branco preferencialmente deve limitar-se à linha inferior do corpo, podendo apresentar ausência deste nas cruzes. Os animais apresentam os cascos naturalmente brancos. Não são descartados, animais com escassas áreas brancas nos aprumos, desde que isso não represente perda total das características, ou indivíduos sem o branco em sua totalidade, não excedendo a mais de um membro com essa coloração. Nesses casos, os cascos poderão ter coloração vermelha. Mucosa: preferencialmente pigmentada. Na área periférica dos olhos, boca, nariz, úbere e testículos, será dada a preferência aos animais que apresentarem pigmentação, principalmente mancha vermelha em cobertura aos olhos, desde que a cabeça permaneça com sua característica cor branca, não sendo inferior a 70%. Pelo: discreto, com facilidade de pelechar cedo na primavera, quando pelechado, liso, brilhante e sentado no couro; exceção feita aos pelos característicos (púbis, vassoura da cauda, orelhas) e dos diferenciais masculinos (pescoço e cogote).

3) Morfologia:

3.1) Cabeça: forte e expressiva nos machos; descarnada e leve nas fêmeas; chanfro de comprimento médio, plano, ou côncavo. Orelhas de tamanho médio, providas de pelos internos, firmes, atentas e com boa mobilidade. Olhar vivo, mas dócil. Na variedade aspada, os chifres são simétricos e dirigidos em curva, para frente ou para baixo. Pescoço de aspecto cilíndrico nas fêmeas, com a pele ligada; forte nos machos, cheio no cupim coberto este por pelos diferenciais masculinos e ligando-se, harmônico, às omoplatas.

3.2) Dianteiro: omoplatas harmonicamente desenvolvidas, em volume proporcional ao posterior, sem excessos musculares que as destaquem excessivamente do pescoço e do tórax, evitando-se excessiva abertura destas em sua visualização anterior.

3.3) Tórax: alongado e forte, com linha superior paralela ao solo. Peito discreto, com volume nas fêmeas e pouco profundo nos machos, não ultrapassando meia distância do comprimento do braço. Costelas longas e arqueadas, dando volume ao tórax, cobertas por musculatura definida. Lombo longo, nivelado e firme.

3.4) Posterior: quartos traseiros volumosos, com musculatura naturalmente alongada cobrindo os ossos longos, prevenindo-se contra a formação de “músculo duplo”. A cauda cai, desde a sua inserção nos quartos, naturalmente perpendicular ao dorso e a porção posterior do osso da bacia pélvica deve ser de nível inferior ao mesmo em sua porção anterior.

3.5) Aprumos: patas mediamente longas, de ossatura forte, com boa postura sobre o solo, emprestando segurança à sua sustentação e à sua aparência nobre; devem estacionar sobre o terreno em marcação retangular, perpendiculares ao corpo, sem serem excessivamente separadas, ou demasiadamente juntas. O ângulo doa garrões, por isso, não pode ser acentuado, desprezando-se, no entanto os animais de garrão com ângulo raso.