

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

Alexandra Fabielle Pereira Viana

**AVALIAÇÃO GENÉTICA DE BOVINOS DA RAÇA NELORE EM  
DIFERENTES CONDIÇÕES DE CRIAÇÃO**

Santa Maria, RS, Brasil

2019

**Alexandra Fabielle Pereira Viana**

**AVALIAÇÃO GENÉTICA DE BOVINOS DA RAÇA NELORE EM  
DIFERENTES CONDIÇÕES DE CRIAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Zootecnia**.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Nogara Rorato

Santa Maria, RS  
2019

Viana, Alexandra Fabielle Pereira  
AVALIAÇÃO GENÉTICA DE BOVINOS DA RAÇA NELORE EM  
DIFERENTES CONDIÇÕES DE CRIAÇÃO / Alexandra Fabielle  
Pereira Viana.- 2019.  
52 f.; 30 cm

Orientador: Paulo Roberto Nogara Rorato  
Coorientadora: Fernanda Cristina Breda de Mello  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós  
Graduação em Zootecnia, RS, 2019

1. Desempenho pós desmama 2. Escores visuais 3.  
Herdabilidade 4. Idade ao primeiro parto 5. Índice de  
seleção I. Rorato, Paulo Roberto Nogara II. de Mello,  
Fernanda Cristina Breda III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

---

©2019

Todos os direitos autorais reservados a Alexandra Fabielle Pereira Viana. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Rua Jordânia, n. 101, Bairro Parque Pinheiro Machado, Santa Maria, RS. CEP: 97030-300  
Fone: (0xx) 55 99693 5520; E-mail: alexandra\_viana@hotmail.com

**Alexandra Fabielle Pereira Viana**

**AVALIAÇÃO GENÉTICA DE BOVINOS DA RAÇA NELORE EM DIFERENTES  
CONDIÇÕES DE CRIAÇÃO**

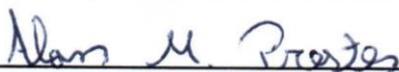
Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Zootecnia**.

**Aprovada em 25 de fevereiro de 2019:**



---

**Fernanda Cristina Breda Mello, Dr.<sup>a</sup>. (UFSM)**  
(Presidente/Co-orientadora)



---

**Alan Miranda Prestes, Dr. (UNOESC)**



---

**Dari Celestino Alves Filho, Dr. (UFSM)**

## DEDICATÓRIA

“Este trabalho é dedicado às pessoas que sempre estiveram ao meu lado ao longo de toda vida: À minha avó **Teresa Viana** (*in memoriam*) que fez tanto por mim ao longo da sua vida. Aos meus pais **Rogério** e **Magda**, que não mediram esforços para minha formação. Ao meu amado **Diego**, por aceitar compartilhar deste momento de minha vida com sua paciência, compreensão, carinho e amor”.

Desejo poder ter sido merecedora do apoio e amor de vocês!

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Criador pelas bênçãos e unções que recebo a cada dia na minha vida, tu és o meu refúgio Deus.

Agradeço aos meus pais Magda Viana e Rogério Viana, cada barreira que a vida lhes impôs vocês superaram mantendo nossa família sempre unida, saibam que todas as conquistas obtidas até aqui e as que ainda estão por vir são nossas. A maior bênção que Deus me deu é ser sua filha.

Agradeço ao meu amor e melhor amigo, Diego Machado, você se fez presente me ajudando seja nos dilemas do cotidiano como nas dúvidas envolvendo a pesquisa, suas sugestões foram de grande valor na construção desse trabalho. Quando precisava estava ali ao meu lado, meu alicerce, meu farol. A cada dia me inspira a ser uma pessoa melhor. Eu te amo incondicionalmente!

Agradeço aos meus irmãos Andréa, Alexsandro e Andrey, nossa irmandade é ímpar basta um olhar para saber o que o outro sente, bem é coisa de irmão! Quando as dificuldades surgiam era em vocês e na nossa união que buscava a força de superá-las, pois, se uma aresta estiver fraca não será um quadrado forte. Amo vocês sempre e obrigado por me proporcionar o convívio com os melhores sobrinhos Isadora, Samuel e Aurora são a luz da nossa família.

Agradeço aos professores e colegas que fazem parte do Laboratório de Bovinocultura de Corte, lugar onde comecei a iniciação científica e o contato com a pesquisa. Saibam que muito aprendi com todas as situações vividas no Laboratório.

Agradeço ao Laboratório de Melhoramento Animal (LMA – UFSM) que me apresentou uma Zootecnia vista de um ângulo diferente. Os ensinamentos e o convívio com os colegas de pós-graduação André, Andrielle, Giovani e Vanessa que ajudaram na minha adaptação a um ambiente diferente do qual era acostumada me fez uma profissional melhor.

Agradeço ao professor Paulo Roberto Nogara Rorato, pela oportunidade de ser sua orientada de mestrado em um momento que mudava a área de atuação. Seus ensinamentos tanto em sala de aula como no dia a dia do laboratório, até mesmo puxões de orelha foram essenciais para minha construção profissional e como ser humano. Sou grata de nesses dois anos poder conviver e aprender com um exemplo de Zootecnista.

Agradeço a professora Fernanda Cristina Breda de Mello, pela co-orientação, me guiando a cada etapa da dissertação, estando ao meu lado, dialogando, analisando, reanalisando os possíveis caminhos a seguir. Suas contribuições foram excepcionais para a

construção deste trabalho. Acreditou em mim quando nem mesmo eu era capaz, me tirou da zona de conforto, me fez enxergar as dificuldades de uma forma diferente, não como uma barreira, mas, como um aprendizado. Seu profissionalismo e dedicação com os alunos são admiráveis.

Agradeço aos amigos que estiveram ao meu lado nessa caminhada desde a graduação. Que se colocaram a disposição em compartilhar minhas dores, angústias, tristezas e alegrias. Saibam que o apoio de vocês sempre será lembrado com carinho.

Agradeço à Associação Brasileira de Criadores de Zebu (ABCZ) pela oportunidade de trabalhar com o banco de dados da raça Nelore.

Agradeço ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos, permitindo cursar o Mestrado com dedicação exclusiva.

## RESUMO

### AVALIAÇÃO GENÉTICA DE BOVINOS DA RAÇA NELORE EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE CRIAÇÃO

AUTORA: Alexandra Fabielle Pereira Viana  
ORIENTADOR: Paulo Roberto Nogara Rorato

Objetivou-se estimar parâmetros genéticos para as características produtivas, reprodutivas e morfológicas de animais da raça Nelore, verificar como os valores genéticos estão distribuídos em diferentes estados brasileiros e sugerir um índice de seleção por estado/sexo. Os parâmetros genéticos foram estimados mediante análise unicaracterística sob modelo animal, utilizando-se o método REML. Na análise de componentes principais utilizou-se apenas os valores genéticos (VGs) das características de maior herdabilidade. Os machos participantes de prova de desempenho e mantidos a pasto apresentaram melhor  $VG_{D400}$ ,  $VG_{P550}$ ,  $VG_{PE550}$ , enquanto os participantes de prova e estabulados tiveram os melhores VGs para os escores visuais. Para fêmeas os melhores  $VG_{D400}$  foram dos animais estabulados, independentemente da idade de desmame. No estado do PR estão os melhores  $VG_{P550}$  e  $VG_{D400}$  em machos e fêmeas, enquanto em MG os melhores VGs para as características reprodutivas de machos e fêmeas. A análise de componentes principais auxilia na determinação das características que explicam a maior parte da variação dos dados e, também, por meio do componente principal 1, é uma boa alternativa na elaboração de um índice de seleção, que pode ser definido considerando as diferenças ambientais.

**Palavras-chave:** Desempenho pós desmama. Escores visuais. Idade ao primeiro parto. Índice de seleção.

## ABSTRACT

### GENETIC EVALUATION OF NELLORE BREED BOVINE IN DIFFERENT CREATION CONDITIONS

AUTHOR: Alexandra Fabielle Pereira Viana

ADVISOR: Paulo Roberto Nogara Rorato

The objective of this study was to estimate genetic parameters for the productive, reproductive and morphological characteristics of Nelore animals, to verify how the breeding values of the traits are distributed in different Brazilian states and to suggest a selection index by state/sex. The genetic parameters were estimated by uncharacteristic analysis under animal model, using the MLRM method. Estimate genetic values (EBV) of higher heritability characteristics and age at first calving were explored by principal component analysis. Participating males of performance test and grass-fed showed better  $EBV_{D400}$ ,  $EBV_{P550}$  and  $EBV_{PE550}$ , however, the test participants in stable had the best VGs for the visual scores. For females the best  $EBV_{D400}$  were from the animals in stable, regardless of the age of weaning. In state of PR they are the best  $EBV_{P550}$  and  $EBV_{D400}$  in males and females, however, in MG the best EBVs for the reproductive characteristics of males and females. Principal component analysis assists in determining the characteristics that explain most of the data variation and also through the principal component 1 is a good alternative in the elaboration of selection index that can be defined considering the environmental differences.

**Key words:** Age at first calving. Post-weaning performance. Selection indices. Visual scores.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Gráfico bidimensional dos componentes principais para os valores genéticos médios de sete características de bovinos Nelore, em função do regime alimentar vs. sistema de criação (A – machos e B – Fêmeas) e Unidades da Federação (C – machos e D – fêmeas)..	34
--	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estatística descritiva e estimativas de herdabilidade para 17 características obtidas em bovinos da raça Nelore em diferentes ambientes do território brasileiro. ....	30
Tabela 2 - Correlação dos valores genéticos padronizados (VG) das oito características com os componentes principais 1 (CP1) e 2 (CP2) e proporção da variância genética explicada por cada componente para machos e fêmeas em diferentes condições ambientais. ....	33
Tabela 3 - Autovetores e autovalores para os valores genéticos das características no componentes principais 1 em diferentes Unidades da Federação. ....	37
Tabela 4 - Escores padronizados para os valores genéticos das características no componente principal 1 em diferentes Unidades da Federação. ....	38

## **LISTA DE ANEXOS**

<b>ANEXO A – NORMAS EDITORIAIS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA CIÊNCIA AGRÔNOMICA.....</b>	<b>49</b>
---	-----------

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	16
2.1	A RAÇA NELORE .....	16
2.2	HERDABILIDADE .....	16
2.3	CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO .....	17
<b>2.3.1</b>	<b>Ganho de Peso do Desmame ao Sobreano (GDS)</b> .....	17
<b>2.3.2</b>	<b>Pesos a idade padrão</b> .....	18
<b>2.3.3</b>	<b>Dias para ganhar 400 kg</b> .....	18
2.4	CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS .....	19
<b>2.4.1</b>	<b>Idade ao primeiro parto</b> .....	19
<b>2.4.2</b>	<b>Intervalo de partos</b> .....	20
<b>2.4.3</b>	<b>Perímetro escrotal</b> .....	21
2.5	CARACTERÍSTICAS DE AVALIAÇÃO VISUAL .....	21
2.6	INTERAÇÃO GENÓTIPO VS. AMBIENTE .....	22
2.7	ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS .....	23
2.8	ÍNDICES DE SELEÇÃO SIMULTÂNEA .....	25
<b>3</b>	<b>Artigo 1 – Análise de componentes principais dos valores genéticos de bovinos Nelore em diferentes condições de criação</b> .....	26
	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	27
	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	29
	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	32
	<b>CONCLUSÕES</b> .....	39
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	39
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	42
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	43
	<b>ANEXO A – NORMAS EDITORIAIS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA CIÊNCIA AGRONÔMICA</b> .....	49

## 1 INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte é uma atividade econômica presente em todos os estados brasileiros, e sua importância pode ser mensurada através das estatísticas de produção e consumo. No ano de 2017 o país atingiu o recorde na exportação, totalizando a comercialização de 2,032 milhões de toneladas equivalente carcaça gerando faturamento de US\$ 6,02 bilhões (ABIEC, 2018).

Com relação à caracterização do rebanho brasileiro que gera esses índices é constituído por uma grande variedade de raças, porém, com predominância para animais zebuínos, sobretudo, da raça Nelore, pela sua capacidade de adaptação à grande variedade de condições ambientais e de manejo adotados no Brasil (FARIA et al., 2011). Outro fator importante para a propagação da raça foi a implantação de programas de melhoramento genético, os quais permitiram a seleção e identificação de animais mais produtivos para multiplicação nos rebanhos comerciais.

A tomada de decisão com relação aos critérios de seleção a serem adotados, para o melhoramento genético de uma população, requer o conhecimento dos valores de parâmetros genéticos, tais como o coeficiente de herdabilidade das características a serem melhoradas, bem como do coeficiente de correlação genética entre elas. Segundo Falconer e Mackay (1996), a herdabilidade de um caráter em uma população é o parâmetro genético de maior importância para a determinação da estratégia a ser usada em seu melhoramento, porque mede sua capacidade de transmissão às gerações futuras. Por ser determinada pela razão da variância genética aditiva e a variância fenotípica, implica em que quanto maior for a variação de origem genética aditiva, maior será a transmissão da qualidade de um reprodutor para sua progênie..

Dentre as características avaliadas no melhoramento genético de bovinos de corte destacam-se as de crescimento e reprodução, pois estas determinam a eficiência bioeconômica dos sistemas produtivos. Neste contexto, características de desempenho como os pesos corporais ajustados a diferentes idades ganham destaque como critério de seleção, uma vez que apresentam herdabilidades que variam de médias a altas e proporcionam maiores ganhos genéticos por geração (ARAÚJO NETO et al., 2012). Outra característica de fácil mensuração é o perímetro escrotal, sendo a característica reprodutiva que se destaca por estar associado à fertilidade e por correlacionar-se favoravelmente com as características reprodutivas das fêmeas (BOLIGON et al., 2007; SIQUEIRA et al., 2013).

Um programa de melhoramento genético que leva em consideração apenas características de desenvolvimento ponderal não seria apropriado, uma vez que a composição corporal do animal não deve ser ignorada (FARIA et al., 2007). Por isto, nos últimos anos as características de escores de avaliação visual foram introduzidas como critérios de seleção nos programas de melhoramento genético de bovinos de corte. O método de avaliação visual utilizado para a raça Nelore pela Associação Brasileira de Criadores de Zebu é o EPMURAS, baseado na metodologia de Koury Filho (2005), que atribui notas para estrutura corporal; precocidade; musculosidade; umbigo; caracterização racial; aprumos e sexualidade. Dentre as vantagens deste método de seleção, estão a possibilidade de ser realizado em grande número de animais, ainda jovens, além de ser mais ágil e de menor custo (BOLIGON e ALBUQUERQUE, 2010) e por representar seleção indireta para medidas de carcaça (GORDO et al., 2012).

Dentre tantas metodologias de análises estatísticas, Souza et al. (2010) reportam que o uso de análise multivariada para avaliação de dados pode ser uma ferramenta a mais para auxiliar no melhoramento genético de bovinos de corte. Uma das técnicas de análise multivariada é a análise de componentes principais, definida por Souza et al. (2010) como uma combinação linear de um conjunto de co-variáveis que permitem identificar as variáveis que mais contribuem na variância total do conjunto de dados. O principal componente representa o maior eixo de variação entre as observações no espaço multidimensional e o segundo componente principal mostra a menor variação entre as observações (TIMM, 2002).

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar estimar parâmetros genéticos para as características produtivas, reprodutivas e morfológicas de animais da raça Nelore; verificar como os valores genéticos das características estão distribuídos em diferentes condições ambientais por meio de análise de componentes principais; e sugerir um índice de seleção por estado/sexo.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A RAÇA NELORE

O rebanho brasileiro é constituído atualmente, principalmente, por raças zebuínas que correspondem a 80% do efetivo bovino nacional, tendo a raça Nelore uma participação equivalente a 90% do rebanho de zebuínos (BRUNES, 2017). Esta raça é originária da Província de Madras, ao sul da Índia, onde recebe a denominação de Ongole. As importações mais relevantes foram na década de 1960, responsáveis pela introdução de alguns touros importantes devido as suas características fenotípicas e que contribuíram para a caracterização, conformação e melhoramento do rebanho nacional (LACERDA, 2013).

Nos primeiros tempos da criação do Zebu no Brasil, os reprodutores ao chegar no país eram encaminhados para as fazendas, onde se multiplicavam livremente, sem nenhum tipo de seleção. Dado o pequeno número de animais existentes, não se cogitava a eliminação de qualquer indivíduo. Naquela época, eram raros os criadores que se preocupavam com o melhoramento do rebanho (SANTIAGO, 1960). Atualmente, os animais zebuínos ainda são considerados tardios sexualmente, quando comparados aos taurinos, tornando-se um limitante na escolha da raça (SARTORI et al., 2010). No entanto, o fato da raça Nelore ser criada em várias regiões do território nacional e em sistemas de criação diversificados, permite a confiabilidade da avaliação genética da raça. De acordo com Biffani et al. (1999) essa grande variabilidade constitui-se em base eficaz para melhorar geneticamente a produção de carne.

A raça Nelore é considerada a de maior destaque na pecuária nacional, devido a sua exploração tanto como raça pura ou em cruzamentos. A explicação para tal sucesso está na adaptabilidade ao clima tropical, resistência à ecto e endoparasitas, rusticidade, alta fertilidade, rendimento de carcaça e espessura de gordura subcutânea. Dessa forma, consegue sobressair-se em relação a outras raças zebuínas, na produção de descendentes destinados à exploração comercial. Por estes e outros motivos, o mercado para esse tipo de animal é cada vez mais exigente na busca de animais de genética superior.

### 2.2 HERDABILIDADE

Os parâmetros genéticos são de grande importância por constituírem as ferramentas utilizadas para o delineamento dos programas de melhoramento genético animal, pois com

sua estimação é possível prever respostas diretas e correlacionadas à seleção, elaborar índices e prever o valor genético dos animais (FARIA et al., 2007).

Dentre os principais parâmetros genéticos, pode-se evidenciar a herdabilidade e a correlação genética. Os coeficientes de herdabilidade determinam a capacidade de transmissão da característica avaliada para a sua progênie, expressando quanto da variabilidade de uma característica é de origem genética e, assim, se possui resposta à seleção (BRUNES, 2017). Lira et al. (2008) definem a herdabilidade como um parâmetro que mede a proporção da variância genética sobre a variância fenotípica, ou seja, é a proporção herdável da variabilidade total.

### 2.3 CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO

O processo de crescimento dos tecidos ocorre de forma alométrica, ou seja, taxas de crescimento diferentes ao decorrer da vida do animal até a fase de maturidade. O desenvolvimento da carcaça segue uma ordem cronológica sendo o tecido ósseo o primeiro a completar o desenvolvimento, seguido do tecido muscular e por último o adiposo. O conhecimento sobre o padrão de deposição dos principais constituintes corporais permite tomar decisões gerenciais de grande impacto econômico (PAULINO et al., 2009).

No aspecto zootécnico, o crescimento pode ser avaliado pelos pesos a idade padrão, ganhos em peso entre as idades padrão ou número de dias para atingir um determinado peso (PEREIRA, 2008).

#### 2.3.1 Ganho de Peso do Desmame ao Sobreano (GDS)

O ganho de peso no período pós-desmama permite avaliar o potencial genético do indivíduo, visto que esse potencial não é mais influenciado pelo efeito materno (BOLIGON et al., 2006). Os ganhos de peso em diferentes períodos destacam-se como critério de seleção por apresentarem herdabilidades de média a alta, conseqüentemente, rápidos ganhos genéticos por geração, além de serem bons indicadores do potencial de crescimento dos animais em diferentes idades (LAUREANO et al., 2011).

Para a raça Nelore criada em diferentes ambientes brasileiros foram relatados valores de ganho de peso pós-desmama de 205 a 430 gramas por dia (HOLANDA et al., 2004; REZENDE et al., 2014; SOUZA et al., 2010). A literatura descreve valores de herdabilidade de 0,06 a 0,44 (BOLIGON et al., 2006; HOLANDA et al., 2004; LOPES et al., 2009;

REZENDE et al., 2014). Esses valores indicam a presença de variabilidade genética para a característica e a possibilidade de seleção genética, utilizando progenitores que geram filhos com maior aptidão para ganho de peso.

### **2.3.2 Pesos a idade padrão**

Entre as medidas de crescimento corporal possíveis de utilização, uma das mais comuns, que não altera o organismo sob análise e que pode ser mensurada a baixo custo, é o peso em determinadas idade (ARAUJO NETO et al., 2012). Para que haja uma padronização destes pesos em análise, faz-se necessário estabelecer determinadas idades às quais os pesos devem ser ajustados. Marques et al. (2001) apontam o ajuste em diferentes idades (100, 205, 365, 450, 550 e 730), como importantes idades padrão para avaliação em programas de melhoramento genético.

Ao alcançar maiores pesos em idades padrões é possível reduzir a idade de abate nos machos e nas fêmeas alcançar um peso mais próximo àquele que terá à maturidade. Os pesos avaliados no período pós-desmame, em que o efeito materno possui pouca ou nenhuma influência, possibilitam identificar o mérito genético individual. Todavia, a bovinocultura de corte é uma atividade de ciclo longo em relação a outras criações animais, logo é interessante que estas mensurações ocorram o mais cedo possível, em que, os pesos ajustados aos 365 e 550 dias são os mais interessantes sob este aspecto. Ao avaliar características de bovinos da raça Nelore nascidos no estado de Minas Gerais, Gonçalves et al. (2011) encontraram pesos aos 365 e 550 dias de 245,09 e 322,20 kg, respectivamente. Souza et al. (2018) utilizando as mesmas idades padrão para raça Nelore no estado do Paraná obtiveram valores fenotípicos de 267 e 359 kg.

Em relação ao coeficiente de herdabilidade, verifica-se grande variabilidade na literatura para a característica peso aos 365 na raça Nelore, entre 0,24 e 0,69 (FARIA et al., 2007; GONÇALVES et al., 2011; SOUZA et al., 2018; YOKOO et al., 2007). Para a característica peso aos 550 dias, os autores Yokoo et al. (2007); Gonçalves et al. (2011) e Souza et al. (2018) estimaram valores de 0,49, 0,75 e 0,35, respectivamente.

### **2.3.3 Dias para ganhar 400 kg**

Esta característica juntamente com dias para atingir 160 kg faz parte da avaliação de precocidade nos programas de melhoramento genético. Expressam a precocidade e o

crescimento em dias, sendo, a característica dias para ganhar 160 Kg no período do nascimento a desmama (D160) e dias necessários para ganhar 400 kg do nascimento ao sobreano (D400).

Fries et al. (1996) propuseram a adoção nos programas de melhoramento genético animal de características considerando o número de dias para atingir determinado peso. Segundo Araújo Neto et al. (2012), o objetivo da utilização destas características nos programas de melhoramento genético animal e de produzir determinadas unidades de mercado em menor tempo, em vez de produzir animais cada vez mais pesados, indefinidamente.

Os valores fenotípicos e as estimativas de herdabilidade encontrados na literatura, na sua grande maioria fazem referência à característica D160 para a raça Nelore (GARNERO et al., 2001; MALHADO et al., 2008; PEREIRA e MUNIZ, 2013; SANTOS et al., 2011; SIMONELLI et al., 2014). Todavia, a característica D400, que possui redução significativa do efeito materno sobre seu valor fenotípico ainda é pouca estudada nos trabalhos envolvendo a raça. Santana et al. (2017) avaliaram a variável D300 (dias para atingir 300 kg) na raça Nelore e verificaram herdabilidade de 0,13 e correlação genética de 0,95 com o ganho de peso da desmama ao sobreano.

## 2.4 CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS

No início das avaliações genéticas realizadas pelos programas de melhoramento de gado de corte, as características reprodutivas eram tratadas como secundárias, pelo fato de apresentarem valores de herdabilidade de baixa magnitude. Porém, segundo Pessoa et al. (2012) a seleção para eficiência reprodutiva é fundamental ao melhoramento genético de bovinos de corte, pois a eficiência reprodutiva do rebanho impõe limites à intensidade de seleção, determina o intervalo entre gerações e está diretamente relacionada à economicidade do sistema.

### 2.4.1 Idade ao primeiro parto

Dentro do sistema de produção de bovinos de corte a idade ao primeiro parto (IPP) exerce um papel crucial, pois o encurtamento da idade ao primeiro parto gera a redução do intervalo entre gerações, permitindo maior intensidade de seleção nas fêmeas, proporcionando

melhor aproveitamento da vida útil das matrizes. Outra consequência da redução da IPP é o aumento da taxa de desfrute do rebanho, com diminuição de categorias de fêmeas em desenvolvimento. Apesar da importância econômica da precocidade sexual em sistemas de produção de bovinos de corte, a média para idade ao primeiro parto (IPP) em rebanhos brasileiros varia de 34 a 45 meses (AZEVEDO et al., 2006; DIAS et al., 2004).

LIRA et al. (2008) em uma revisão de literatura sobre parâmetros genéticos de características produtivas e reprodutivas em zebuínos de corte relatam herdabilidade direta para essa característica de 0,16 e para a raça Nelore, variando de 0,01 (GRESSLER et al., 2000) a 0,37 (BERTAZZO et al., 2004). Em trabalhos mais recentes envolvendo a raça Terakado et al. (2015) e Garcia et al. (2016) obtiveram coeficientes de herdabilidade, respectivamente de 0,21 e 0,12 a 0,18.

#### **2.4.2 Intervalo de partos**

O intervalo de partos (IDP) mede a eficiência reprodutiva das fêmeas, ou seja, animais com menores intervalos de partos são mais produtivos em relação aqueles que possuem intervalos maiores (GRUPIONI et al., 2015).

De acordo com Pessoa et al. (2012) a duração ideal para IDP é de 12 meses, porém a média dos rebanhos nacionais apresenta variações devido a fatores ambientais e genéticos. Especificamente, para a raça Nelore médias de IDP variam entre regiões mostrando o marcante efeito ambiental. No estado de São Paulo foram relatados valores médios para IDP de 13,09 meses por Martins Filho e Lôbo. (1991). No bioma Amazônico, Cavalcante et al. (2000) obtiveram média de 14,20 meses, e no Mato Grosso do Sul, Silveira et al. (2004) relataram valores médios de 15 meses. Quando avaliados animais da raça Nelore pertencentes aos rebanhos de criadores associados ao Programa de Melhoramento Genético da raça Nelore (PMGRN), Yokoo et al. (2012) verificaram 15,28 meses para o primeiro intervalo entre partos.

Esta característica normalmente apresenta baixa estimativa de herdabilidade em bovinos de corte (GRESSLER et al., 2000; GRUPIONI et al., 2015; PEREIRA et al., 2000). Entretanto, Silveira et al. (2004) estimaram herdabilidade de 0,42 e De Paula et al. (2015) de 0,30 para IDP, indicando existência de variabilidade genética. De acordo com Bergmann (1993), a utilização do IDP na seleção pode ser considerada tendenciosa, pelo fato de a expressão fenotípica ocorrer somente em animais que tiveram, pelo menos, dois partos durante sua vida produtiva.

### 2.4.3 Perímetro escrotal

A medida do perímetro escrotal (PE) é mais utilizada pelos programas de melhoramento genético de touros, basicamente por três motivos: facilidade de mensuração, estimativa de herdabilidade de média a alta e correlações favoráveis com características produtivas e reprodutivas de machos e fêmeas.

O PE é geralmente avaliado, em dois períodos, aos 365 (PE365) e aos 550 (PE550) dias de idade e seu uso é indicado com ajustes para idade e peso dos animais (PESSOA et al., 2012). Gressler et al. (2014) estimaram os parâmetros genéticos do perímetro escrotal em bovinos da raça Nelore, os autores relatam valores médios de 19,37 e 26,20cm e amplitude entre 12,3 a 30,0 e 15,9 a 38,0 cm, respectivamente para PE365 e PE550. Irano et al. (2016) obtiveram valores de 15 a 40 cm de PE365, com média de 26,75 cm também para animais da raça Nelore.

Em uma revisão de literatura sobre os parâmetros genéticos de características produtivas e reprodutivas em zebuínos de corte, Lira et al. (2008) relatam estimativas médias de herdabilidade direta de 0,50 e 0,46 para PE365 e PE550, respectivamente. Gressler et al (2014) utilizaram três diferentes modelos para estimação de parâmetros genéticos e obtiveram herdabilidade para PE365 (0,50; 0,51 e 0,52) e PE550 (0,52; 0,59 e 0,55).

## 2.5 CARACTERÍSTICAS DE AVALIAÇÃO VISUAL

A Associação Brasileira de Criadores de Zebu (ABCZ) com o intuito de identificar animais que, nas condições viáveis de criação e em conjunto com o mercado consumidor, cumpram seu objetivo de forma eficiente e em menor tempo desenvolveu a metodologia de EPMURAS (ROSA et al., 2013). Essas características têm a vantagem de poderem ser avaliadas relativamente cedo durante a vida do animal e não exigem submeter os animais a medições laboriosas, tornando o processo mais ágil e custoso (Koury Filho et al., 2010).

No método EPMU, os escores visuais variam de um a seis para estrutura corporal, precocidade, musculosidade e umbigo (MOTA et al., 2013).

Os autores Simplício e Pierre (2018) descrevem o significado da sigla EPMU da seguinte forma:

- a) estrutura corporal (E) – corresponde visualmente a área animal, visto de lado, olhando-se basicamente para o comprimento corporal e a profundidade de costelas;

- b) Precocidade (P) – avalia o biótipo mais precoce, baseado na deposição de gordura subcutânea, buscando animais que demonstram melhores profundidades de costelas em relação à altura de membros. Em animais mais jovens, onde, ainda não apresentam gordura de cobertura, o objetivo é encontrar a formação que corresponda à deposição nos indivíduos de forma precoce, os quais serão os indivíduos com mais extensão de costelas em relação à altura de seus membros. Índices de deposição de gordura subcutânea é um ponto positivo para a avaliação do tipo precoce;
- c) Musculosidade (M) – a musculosidade é a avaliação através da evidência de massas musculares bem distribuídas pelo corpo;
- d) Umbigo (U) – é avaliado a partir da adoção de uma referência do tamanho e do posicionamento do umbigo, indivíduos que apresentam prolapso de prepúcio devem ser penalizados.

A inclusão de características de carcaça nos programas de melhoramento genético é recente em relação às características de crescimento, mas não menos importantes. Porém requerem que o animal seja avaliado somente após o abate, exigindo maior tempo e apresentando dificuldades operacionais. Diante deste contexto, Gordo et al. (2012) sugerem a ultrassonografia e a avaliação de escores visuais como alternativas adequadas para melhorar a composição corporal, em termos de quantidade e distribuição da massa muscular e precocidade. De acordo com os autores a seleção para melhorar as pontuações visuais de EPM leva a mudanças desejáveis na composição corporal, mesmo que a resposta correlacionada seja mais lenta que a seleção por medidas de ultrassom.

Ao realizar uma avaliação genética intra rebanho na raça Nelore padrão e mocho, Silva (2018) encontrou pontuações médias de 3,92; 3,35; 3,02 e 2,85, respectivamente para E, P, M e U. Gordo et al (2012) relatam valores médios de E; P; M e U, respectivamente de 3,89; 3,87; 3,87 e 2,86. Os escores de avaliação visual apresentam de média a alta herdabilidade, com valores de 0,24 a 0,65 (KOURY FILHO et al.,2009; YOKOO et al.,2009), mostrando a ocorrência de variabilidade genética para estas características.

## 2.6 INTERAÇÃO GENÓTIPO VS. AMBIENTE

A presença de interação genótipo vs. ambiente pode ser caracterizada pela diferente resposta de genótipos às variações ambientais (FALCONER e MACKAY, 1996). Nepomuceno et al. (2013) relatam que a heterogeneidade dos sistemas de produção de

bovinos de corte no Brasil torna a escolha de critérios de seleção de reprodutores um desafio relevante, especialmente quando a avaliação genética é realizada em nível nacional. Portanto, a inclusão do componente ambiental nas avaliações genéticas, torna-se imprescindível para melhor compreender a resposta de diferentes genótipos em cada ambiente de produção.

O fenótipo, caracterizado como o valor observado de uma característica, é dependente do potencial genético do indivíduo e do ambiente no qual é produzido, sendo esta uma simplificação do que ocorre biologicamente, o que significa dizer que a genética e o ambiente influenciam de forma aditiva e independente no fenótipo (FARIA et al., 2011). Ressalta-se ainda que, os melhores genótipos em determinado ambiente podem não ser em outro. Esta divergência se dá pelo fato das características de maior importância econômica em bovinos de corte ser quantitativas e determinadas por diversos genes, onde posteriormente sua expressão fenotípica poderá ser significativamente afetada (MARTÍNEZ-GONZÁLEZ et al., 2016).

Ferreira et al. (2014) afirmaram que implementação de programas de melhoramento genético específico para regiões semelhantes, especialmente em relação a variáveis climáticas, é essencial para se obter níveis de produção mais elevados, consistentes e apropriados ao meio ambiente local. Complementariamente, as avaliações de ganhos genéticos ao longo do gradiente ambiental podem trazer informações importantes para nortear futuras ações quanto ao uso de materiais genéticos mais apropriados para cada região do Brasil (AMBROSINI et al., 2016).

## 2.7 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

Nas análises de avaliação genética ou de características produtivas, em bovinos de corte trabalha-se com um grande número de variáveis, o que muitas vezes dificulta a interpretação dos resultados de análises univariadas. De acordo com Souza et al. (2010) as características de crescimento por apresentarem herdabilidade média a alta, apresentam progresso genético considerável por meio da seleção, porém são estudadas várias características correlacionadas entre si, indicando que se pode reduzir a dimensionalidade dos dados e continuarão respondem bem à seleção. A correlação entre características pode ser avaliada através dos componentes principais, uma técnica estatística de análise multivariada, que transforma linearmente um grupo de variáveis num conjunto substancialmente menor de variáveis correlacionadas, que representam a maior parte da informação do conjunto original (SILVA e PADOVANI, 2006).

Com relação ao número adequado de componentes a serem selecionados, existem três métodos a serem utilizados. O primeiro leva em conta a acumulação proporcional do total de variância; o segundo método é baseado na magnitude das variâncias dos componentes principais obtidos da matriz de correlação (KHATTREE e NAIK, 2000); e o terceiro é o método gráfico no qual se deve plotar os autovalores e determinar onde cessam os grandes e iniciam os pequenos. Para Regazzi (2002), uma maneira de se explicar os dados de forma satisfatória é escolher os primeiros componentes que somam uma porcentagem de variância explicada igual ou superior a 70%.

Souza et al. (2010) verificaram que os dois primeiros componentes principais justificaram 75,61% da variação encontrada nos dados de pesagens padronizadas de animais da raça Nelore nascidos no estado de Minas Gerais, sendo possível avaliar por meio dos autovalores, a importância relativa de cada característica, bem como a contribuição em porcentagem de cada um. Mascioli et al. (2000) ao avaliarem parâmetros genéticos e fenotípicos, por meio da análise de componentes principais, para características de crescimento na raça Canchim, verificaram que para os pesos, o primeiro componente principal explicou 74% da variância genética aditiva total e constituiu-se em um índice das características estudadas. Os mesmos autores relatam que o segundo componente principal explicou 14% da variação total e diferenciou animais com maiores pesos da desmama aos 18 meses de idade daqueles com maiores pesos aos 24 meses, ou seja, discriminando animais com maior ou menor precocidade de crescimento.

Franco et al. (2012), estudando a interação genótipo x local x regime alimentar em bovinos da raça Nelore por meio de componentes principais constataram pela análise do gráfico *biplot* que o aspecto mais relevante da interação é que os vetores para cada regime alimentar possuem a mesma direção, indicando que os animais interagem em maior magnitude com o regime alimentar, possuindo comportamento similar em cada regime, independentemente da região de produção. De acordo com os autores essa constatação é importante e sinaliza que os bovinos estudados possuem estabilidade nas diferenças edafoclimáticas dos três ambientes (Mata e Agreste; Maranhão e Recôncavo Baiano), além de a região de produção não interagir com a característica estudada, assim os animais com performances superiores ou inferiores a pasto ou com suplementação terão essa característica nas três regiões de produção. No estudo citado acima os dois primeiros componentes principais explicaram 92,58% da variação dos dados.

## 2.8 ÍNDICES DE SELEÇÃO SIMULTÂNEA

Para obtenção de genótipos realmente superiores é necessário que o material selecionado reúna, simultaneamente, uma série de atributos favoráveis que lhe confira rendimento mais elevado e que satisfaça as exigências do consumidor (CRUZ et al., 2012). Os autores supracitados descrevem que uma maneira de aumentar as chances de êxito de um programa de melhoramento é por meio da seleção simultânea de um conjunto de caracteres, em detrimento da seleção unicaracterística ou por níveis independentes de eliminação. Em bovinos, as características incluídas no índice, denominadas critérios de seleção ou características indicadoras, devem ser aquelas que podem ser mensuradas com facilidade, baixo custo e mais cedo na vida dos animais, além de apresentarem estimativas de herdabilidade de mediana a alta, contribuírem e estarem relacionadas ao objetivo de seleção (QUEIROZ et al., 2005).

Embora a eficiência da aplicação dos índices ocorra em características de maior facilidade de mensuração, alguns estudos têm sugerido a inclusão de características reprodutivas, junto a caracteres de crescimento de bovinos de corte como alternativa para melhorar de forma mais rápida, a fertilidade e a precocidade sexual dos rebanhos (BOLIGON et al., 2008; BUZANSKAS et al., 2013). Este método também tem sido utilizado para gerar índices econômicos de seleção, sendo a maneira mais rápida e eficiente de melhorar o valor genético agregado, por utilizar grande quantidade de informações de varias características para produzir um valor único (índice) que prediz o mérito genético econômico médio do indivíduo (QUEIROZ et al., 2005).

Mesmo que, a seleção via índices, seja a mais adequada entre os métodos quantitativos, Cruz et al. (2012) relatam que a estimação de índices fidedignos é dependente da disponibilidade de matrizes de variâncias e covariâncias genéticas e fenotípicas bem estimadas e de pesos econômicos de cada característica bem estabelecidos para cada característica. Várias são as propostas para a obtenção dos índices, entretanto, a utilização de análise multivariada, por meio da análise de componentes principais surge como mais uma alternativa para geração de índices de seleção no melhoramento de espécies animais de produção (SAVEGNAGO et al., 2011; BUZANSKAS et al., 2013).

### 3 Artigo 1 – Análise de componentes principais dos valores genéticos de bovinos

#### Nellore em diferentes condições de criação<sup>2,3</sup>

Principal component analysis of breeding values of Nellore cattle in different creation conditions

**RESUMO** - Objetivou-se estimar parâmetros genéticos para as características produtivas, reprodutivas e morfológicas de animais da raça Nellore, verificar como os valores genéticos estão distribuídos em diferentes estados brasileiros e sugerir um índice de seleção por estado/sexo. Os parâmetros genéticos foram estimados mediante análise unicaracterística sob modelo animal, utilizando-se o método REML. Na análise de componentes principais utilizou-se apenas os valores genéticos (VGs) das características de maior herdabilidade. Os machos participantes de prova de desempenho e mantidos a pasto apresentaram melhor  $VG_{D400}$ ,  $VG_{P550}$ ,  $VG_{PE550}$ , enquanto os participantes de prova e estabulados tiveram os melhores VGs para os escores visuais. Para fêmeas os melhores  $VG_{D400}$  foram dos animais estabulados, independentemente da idade de desmame. No estado do PR estão os melhores  $VG_{P550}$  e  $VG_{D400}$  em machos e fêmeas, enquanto em MG os melhores VGs para as características reprodutivas de machos e fêmeas. A análise de componentes principais auxilia na determinação das características que explicam a maior parte da variação dos dados e, também, por meio do componente principal 1, é uma boa alternativa na elaboração de um índice de seleção, que pode ser definido considerando as diferenças ambientais.

**Palavras-chave:** Desempenho pós desmama. Escores visuais. Idade ao primeiro parto. Índice de seleção.

---

<sup>2</sup> Parte da Dissertação do primeiro autor, apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Zootecnia - Universidade Federal de Santa Maria/UFSM. <sup>3</sup> Redigido de acordo com as normas da Revista Ciência Agronômica.

24 **ABSTRACT** - The objective of this study was to estimate genetic parameters for the  
25 productive, reproductive and morphological characteristics of Nelore animals, to verify how  
26 the breeding values of the traits are distributed in different Brazilian states and to suggest a  
27 selection index by state/sex. The genetic parameters were estimated by uncharacteristic  
28 analysis under animal model, using the MLRM method. Estimate genetic values (EBV) of  
29 higher heritability characteristics and age at first calving were explored by principal  
30 component analysis. Participating males of performance test and grass-fed showed better  
31  $EBV_{D400}$ ,  $EBV_{P550}$  and  $EBV_{PE550}$ , however, the test participants in stable had the best VGs for  
32 the visual scores. For females the best  $EBV_{D400}$  were from the animals in stable, regardless of  
33 the age of weaning. In state of PR they are the best  $EBV_{P550}$  and  $EBV_{D400}$  in males and  
34 females, however, in MG the best EBVs for the reproductive characteristics of males and  
35 females. Principal component analysis assists in determining the characteristics that explain  
36 most of the data variation and also through the principal component 1 is a good alternative in  
37 the elaboration of selection index that can be defined considering the environmental  
38 differences.

39 **Key words:** Age at first calving. Post-weaning performance. Selection indices. Visual scores.

40

41

## INTRODUÇÃO

42 O Brasil é o maior exportador mundial de carne bovina, embora apenas 20,9% do total  
43 produzido em equivalente carcaça sejam destinados ao mercado externo (ABIEC, 2018). No  
44 entanto, com técnicas de identificação e multiplicação de genótipos superiores voltados à  
45 produção e qualidade de carne poder-se-ia aumentar a exportação para mercados de melhor  
46 remuneração. Neste aspecto, maior disseminação e abrangência dos programas de  
47 melhoramento genético de bovinos de corte desempenhariam papel fundamental. Na  
48 constituição do rebanho brasileiro há uma predominância de animais zebuínos, sobretudo, da

49 raça Nelore, o que pode ser atribuído à capacidade de adaptação à grande variedade de  
50 condições ambientais e de manejo e a evolução das técnicas de seleção dos melhores  
51 genótipos (FARIA *et al.*, 2011).

52 As estimativas de parâmetros genéticos para características de crescimento na raça  
53 Nelore têm demonstrado a ocorrência de variabilidade genética, sendo um bom indicador de  
54 resposta à seleção, além de serem medidas de fácil mensuração. Por outro lado, a seleção  
55 direta para características reprodutivas de fêmeas parece ser pouco efetiva devido à baixa  
56 herdabilidade (LAUREANO *et al.*, 2011; GROSSI *et al.*, 2015), embora a seleção para maior  
57 perímetro escrotal nos machos resulte em redução na idade ao primeiro parto das fêmeas  
58 (GRESSLER *et al.*, 2014). Outras características, que mais recentemente, vêm sendo  
59 incluídas em programas de melhoramento genético são os escores de pontuação visual, que  
60 são correlacionadas com a composição corporal e apresentam herdabilidade de média a alta  
61 (KOURY FILHO *et al.*, 2009; GORDO *et al.*, 2016).

62 Atualmente os programas de melhoramento genético vêm aderindo a seleção simultânea  
63 de várias características para a predição do valor genético agregado (QUEIROZ *et al.*, 2005),  
64 logo, as características de maior importância econômica devem ser priorizadas, selecionadas e  
65 combinadas em um índice de seleção (LAUREANO *et al.*, 2011; COSTA *et al.*, 2017). De  
66 acordo com Queiroz *et al.* (2005), as características incluídas no índice devem ser aquelas  
67 mensuradas com facilidade, em animais jovens e de baixo custo, além de apresentarem  
68 estimativas de herdabilidade moderada a alta e correlacionar-se favoravelmente com outras de  
69 interesse econômico.

70 Todavia, os coeficientes de ponderação associados a cada valor genético para a  
71 formação dos índices de seleção são atribuídos empiricamente. Como forma de tornar a  
72 seleção simultânea mais eficaz e balanceada, Buzanskas *et al.* (2013) sugeriram a criação de  
73 índices de seleção baseados na análise de componentes principais, uma vez que os escores

74 padronizados são combinações lineares de todos os valores genéticos das características. Este  
75 tipo de análise é também uma forma de reduzir a dimensionalidade dos dados e explorar as  
76 relações de dependência entre várias características, sendo utilizada por Franco *et al.* (2012)  
77 para investigar a interação genótipo *vs.* ambiente *vs.* regime alimentar sobre valores genéticos  
78 de bovinos Nelore.

79 Diante do exposto, objetivou-se verificar como os valores genéticos das características  
80 produtivas, reprodutivas e morfológicas de animais da raça Nelore distribuídos em diferentes  
81 condições de criação e sugerir um índice de seleção por estado/sexo, baseado na análise de  
82 componentes principais.

83

84

## MATERIAL E MÉTODOS

85 O banco de dados inicial foi disponibilizado pela Associação Brasileira de Criadores de  
86 Zebu (ABCZ) e constituía-se inicialmente de 589.735 animais da raça Nelore nascidos de  
87 1984 a 2016 em 26 unidades da federação (UF) criados em três classes de regime alimentar (à  
88 pasto, semi-estabulado e estabulado) e sistema de criação (desmame convencional, desmame  
89 precoce ou participando de prova de ganho de peso). As 17 características analisadas foram:  
90 peso corporal; perímetro escrotal; escores de avaliação visual aos 365 e 550 dias de idade  
91 (estrutura corporal, precocidade, musculosidade e umbigo); idade ao primeiro parto (IPP);  
92 intervalo de partos (1ºIDP e 2ºIDP); ganho de peso do desmame ao sobreano, dias para ganhar  
93 400 Kg.

94 Para obtenção da consistência dos diferentes arquivos foram definidas quatro classes de  
95 estação do ano (janeiro a março; abril a junho; julho a setembro; e outubro a dezembro) e os  
96 grupos de contemporâneos foram constituídos por animais nascidos no mesmo ano e estação,  
97 do mesmo sexo, grupo de manejo, regime alimentar e município, sendo excluídos animais  
98 com 3,5 desvios-padrão acima ou abaixo da média do grupo de contemporâneos (GC) o qual

99 pertenciam, GCs com menos de três animais e touros com menos de cinco progênes. A  
100 estrutura geral dos arquivos encontra-se na Tabela 1.

101

102 **Tabela 1** - Estatística descritiva e estimativas de herdabilidade para 17 características obtidas  
103 em bovinos da raça Nelore em diferentes ambientes do território brasileiro.

Características	Média ± DP	N*	Pais	Mães	AMP*	GC*	h <sup>2</sup>
<i>Produtivas</i>							
P365 (kg)	252,23±59,54	57.357	1.231	29.092	126.956	4.250	0,31 ± 0,01
P550 (kg)	329,11±75,69	44.372	1.032	23.846	105.623	3.121	0,32 ± 0,01
GDS (kg dia <sup>-1</sup> )	0,41±0,18	40.401	998	22.277	98.913	2.920	0,16 ± 0,01
D400 (dias)	706,07±171,44	43.779	1.024	23.562	104.345	3.092	0,39 ± 0,01
<i>Reprodutivas</i>							
IPP (dias)	1.134,13±145	13.725	594	10.075	48.025	1.501	0,05 ± 0,06
1° IDP* (dias)	491,23±114	7.696	561	6.220	33.445	1.024	0,02 ± 0,01
2° IDP (dias)	463,34±102	4.662	392	3.942	23.360	650	0,01 ± 0,02
PE365 (cm)	21,18±2,63	3.216	181	2.232	19.768	203	0,29 ± 0,05
PE550 (cm)	27,54±3,80	5.524	297	3.815	28.341	287	0,51 ± 0,05
<i>Escores visuais (EPMU)</i>							
E365 (pontos)	3,89±0,75	4.057	262	2.937	23.449	334	0,16 ± 0,04
Pr365 (pontos)	3,45±0,79	4.057	262	2.937	23.449	334	0,31 ± 0,05
M365 (pontos)	3,54±0,67	4.057	262	2.937	23.451	334	0,32 ± 0,05
U365 (pontos)	3,27±0,73	4.057	262	2.937	23.413	334	0,17 ± 0,04
E550 (pontos)	3,77±0,90	1.745	167	1.396	14.958	167	0,20 ± 0,06
Pr550 (pontos)	3,30±0,91	1.745	167	1.396	14.936	167	0,37 ± 0,08
M550 (pontos)	3,40±0,80	1.745	167	1.396	14.962	167	0,44 ± 0,08
U550 (pontos)	3,05±0,73	1.745	167	1.396	14.909	167	0,15 ± 0,07

104 \*N = Número de animais avaliados; AMP = Animais na matriz de parentesco; GC = Grupo de contemporâneos;  
105 P365 e P550 = Pesos aos 365 e 550 dias; GDS = Ganho de peso da desmama ao sobreano; D400 = dias para  
106 atingir 400 Kg; IPP = Idade ao primeiro parto; IDP = intervalo de partos respectivamente; PE365 e PE550 =  
107 Perímetro escrotal aos 365 e 550 dias; E365 e E550 = Estrutura corporal aos 365 e 550 dias; Pr = Precocidade  
108 aos 365 e 550 dias; M365 e M550 = Musculosidade aos 365 e 550 dias; U365 e U550 = Umbigo aos 365 e 550  
109 dias.

110

111 As análises genéticas foram realizadas por meio de um modelo animal unicaracterístico,  
112 como segue:  $Y_{ij} = \mu + \beta_i + \alpha_j + e_{ij}$ , em que  $Y_{ij}$  são as características avaliadas;  $\mu$  é a média  
113 das observações;  $\beta_i$  é o efeito fixo (grupo de contemporâneos e a covariável idade do animal);  
114  $\alpha_j$  é o efeito aleatório (animal);  $e_{ij}$  é o efeito residual, o qual pressupõe-se normalidade,  
115 independência e homogeneidade de variâncias. Para as características IPP, 1°IDP e 2°IDP a  
116 idade do animal não foi usada como covariável. Os valores genéticos e as estimativas de

117 herdabilidade para cada característica foram obtidos utilizando-se o método de Máxima  
118 Verossimilhança Restrita (REML), por meio do programa Wombat (MEYER, 2007).

119

120 Na análise de variância multivariada (MANOVA) e análise de componentes principais  
121 foram utilizados os valores genéticos preditos dos animais para as características de maior  
122 herdabilidade, sendo utilizados apenas os animais com valores genéticos preditos para todas  
123 as características. Portanto, o número de animais para o estudo regime alimentar *vs.* sistema  
124 de criação foi igual a 3.248 machos e 5.317 fêmeas; e para estados foi igual a 3.229 machos e  
125 5.289 fêmeas. Vale ressaltar que foram eliminadas classes de efeitos ambientais com número  
126 de animais inferior a 20.

127 Na MANOVA para verificar a existência de diferença significativa entre as classes de  
128 efeitos ambientais (regime alimentar *vs.* sistema de criação e localização geográfica) utilizou-  
129 se teste de Wilks (WILKS, 2006), dado por:  $\Lambda = \frac{|E|}{|E+H|}$ , em que E e H são as matrizes de  
130 somas de quadrados e de produtos residuais e de níveis ambientais respectivamente. Por meio  
131 desta análise também foram obtidas as correlações entre os valores genéticos das  
132 características. Posteriormente, realizou-se análise de componentes principais (ACP), sendo  
133 utilizadas as médias padronizadas dos valores genéticos das características e a matriz de  
134 correlações (R). A técnica de componentes principais consiste em transformar um conjunto de  
135 variáveis  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ , que representa uma estrutura de interdependência, em um  
136 conjunto de variáveis  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ , em que n é o número de variáveis. Os  $Y_j$ s são funções  
137 lineares dos  $X$ is, independentes entre si, e suas variâncias ordenadas para que seja possível  
138 comparar as classes de efeitos ambientais usando-se apenas aquelas que apresentam maior  
139 variância, ou seja,  $Y_j$  é um componente principal, dado por:  $Y_j$  (ou  $CP_j$ ) =  $a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 +$   
140  $\dots + a_{in}X_n$ .

141 Os coeficientes de escore padronizado de cada valor genético para cada componente  
142 principal foram obtidos da seguinte forma:  $CEP_{ij} = \frac{v_{ij}}{\sqrt{\lambda_j}}$ , em que:  $v_{ij}$  é o autovetor normalizado  
143 associado à  $\lambda_j$  (primeiro autovalor). Os escores do componente principal 1 (índice) foram  
144 calculados para cada estado/sexo, como segue:  $CP_{jl} = \sum_{i=1}^m CEP_{ij} VG_{il}$ , em que:  $CP_{jl}$  é o  
145 escore do j-ésimo componente principal para o l-ésimo animal,  $CEP_{ij}$  é o coeficiente de escore  
146 padronizado para os valores genéticos da i-ésima característica no j-ésimo componente  
147 principal e  $VG_{il}$  é o valor genético estimado para a i-ésima característica do l-ésimo animal.

148 As características incluídas no índice foram àquelas com correlação com o CP1 e CP2  
149 acima de 0,60. As análises de componentes principais, bem como a obtenção da consistência  
150 e estatística descritiva dos dados foram realizadas no software SAS<sup>®</sup> (Statistical Analysis  
151 System, SAS Studio University Edition, version 3.5).

152

153

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

154 Para a análise multivariada (MANOVA) foram considerados os valores genéticos (VG)  
155 das características D400, P550, E550, Pr550, M550, PE550 (apenas para os machos) e IPP  
156 (apenas para as fêmeas), sendo estas as de maiores estimativas de herdabilidades em cada  
157 subclasse de características (Tabela 1). As fontes de variação regime alimentar vs sistema de  
158 criação e Unidades da Federação apresentaram diferenças significativas pelo teste de Wilks  
159 ( $P < 0,01$ ), o que permitiu a realização da análise de componentes principais (CP).

160 Nas quatro análises de componentes principais (Tabela 2) observaram-se altas  
161 estimativas de correlações dos dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) com os  
162 valores genéticos preditos para as sete características consideradas.

163 **Tabela 2** - Correlação dos valores genéticos padronizados (VG) das oito características com  
 164 os componentes principais 1 (CP1) e 2 (CP2) e proporção da variância genética explicada por  
 165 cada componente para machos e fêmeas em diferentes condições ambientais.

	VG <sub>D400</sub>	*VG <sub>PE550</sub> /IPP	VG <sub>E550</sub>	VG <sub>Pr550</sub>	VG <sub>M550</sub>	VG <sub>P550</sub>	Proporção da variância genética (%)
Análise 1 - Machos: Regime alimentar vs. Sistema de criação							
CP1	-0,84	0,89	0,89	0,95	0,99	0,97	85,82
CP2	0,52	-0,34	0,44	0,28	0,15	-0,08	11,72
Análise 2 - Fêmeas: Regime alimentar vs. Sistema de criação							
CP1	-0,99	-0,14	0,93	0,91	0,90	0,98	74,99
CP2	-0,03	0,99	0,32	-0,40	0,19	0,01	21,28
Análise 3 - Machos: Unidades da Federação							
CP1	-0,33	0,83	0,99	0,99	0,98	0,55	67,70
CP2	0,94	0,55	0,12	0,01	0,19	-0,83	32,30
Análise 4 - Fêmeas: Unidades da Federação							
CP1	-0,47	-0,96	0,93	0,71	0,93	0,39	59,20
CP2	0,86	0,24	0,18	0,69	0,34	-0,91	37,58

166 D400 = dias para ganhar 400 Kg; E550 = Estrutura corporal aos 550 dias; Pr550 = Precocidade 550 dias; M550  
 167 = Musculosidade aos 550 dias; P550 = Pesos aos 550 dias; \*PE550 para machos e IPP para fêmeas.  
 168

169 Para regime alimentar vs sistema de criação considerando apenas os machos os valores  
 170 genéticos de todas as características correlacionaram-se altamente com CP1. Ao considerar as  
 171 fêmeas, em função do regime alimentar vs sistema de criação o VG<sub>IPP</sub> se correlacionou com  
 172 CP2 ( $r= 0,99$ ), enquanto os demais se correlacionaram com CP1. Com relação as Unidades da  
 173 Federação, machos e fêmeas apresentaram o mesmo comportamento, em que, os valores  
 174 genéticos das características reprodutivas e de escores visuais correlacionaram-se com CP1  
 175 ( $r= 0,71$  a  $0,99$  em valor absoluto). No entanto, as características de crescimento (VG<sub>D400</sub> e  
 176 VG<sub>P550</sub>) se correlacionaram com CP2 (0,86 a 0,91 em valor absoluto). Nas quatro análises as  
 177 proporções cumulativas das variâncias genéticas explicadas por CP1 e CP2 foram superiores a  
 178 96%.

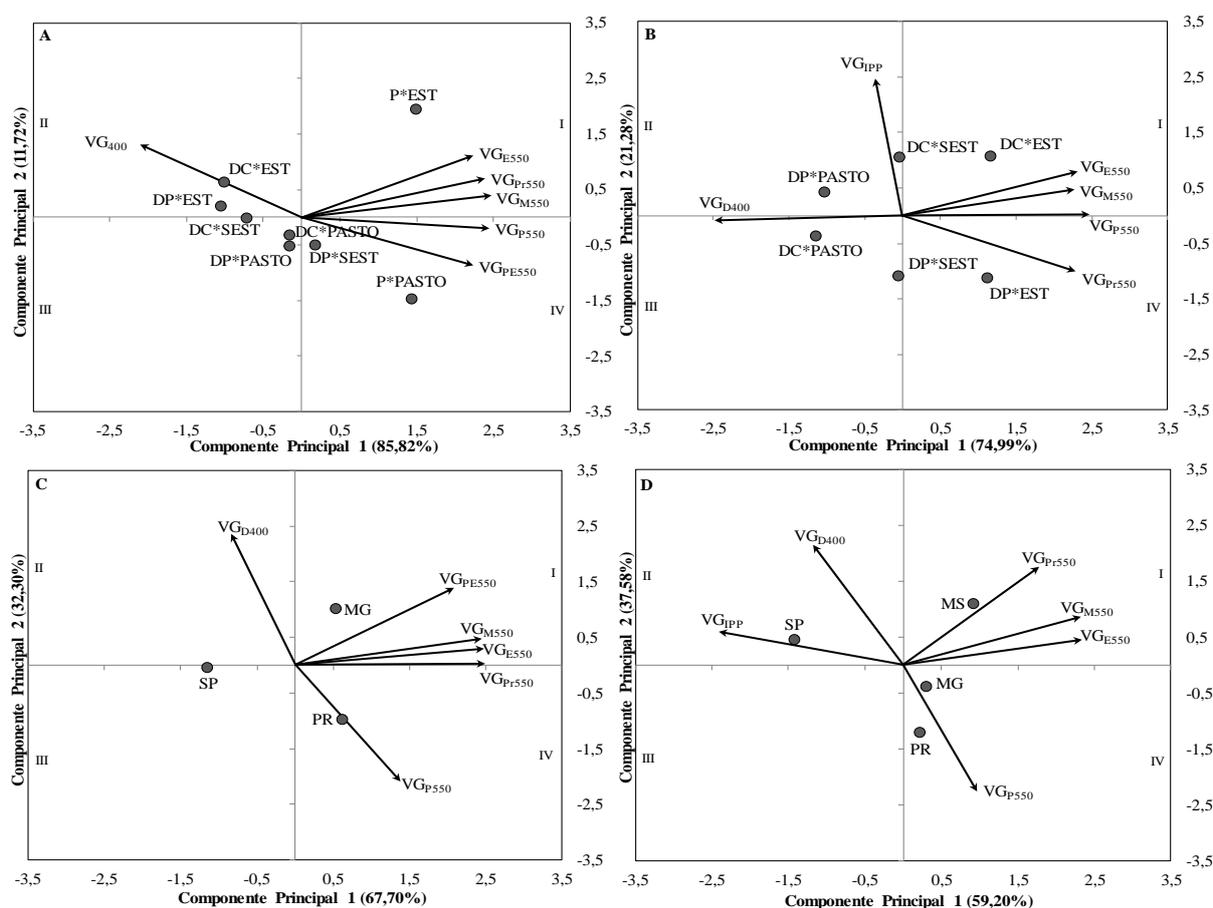
179 Os resultados da tabela 2 demonstraram que os valores genéticos destas características  
 180 são responsáveis por explicar a maior parte da variabilidade genética desta população nas

181 condições avaliadas, ou seja, os programas de melhoramento genético estão selecionando  
 182 corretamente animais superiores, ao adotá-las como critérios de seleção.

183 Ao analisar o comportamento dos valores genéticos de machos para as características  
 184 em diferentes condições de criação verificou-se que os grupos DP\*PASTO, DC\*PASTO e  
 185 DP\*SEST ficaram próximos ao eixo zero para CP1 e CP2, o que indica predição de valores  
 186 genéticos moderados para todas as características. Os grupos DC\*EST, DC\*SET e o DP\*EST  
 187 foram os que apresentaram os mais baixos valores genéticos (Figura 1A).

188

189 **Figura 1** - Gráfico bidimensional dos componentes principais para os valores genéticos  
 190 médios de sete características de bovinos Nelore, em função do regime alimentar vs. sistema  
 191 de criação (A – machos e B – Fêmeas) e Unidades da Federação (C – machos e D – fêmeas).



192

193 DC\*EST = Demame convencional estabilado; DP\*EST = Desmame precoce estabilado; DC\*SEST = Desmame  
 194 convencional semi-estabilado; DP\*SEST = Desmame precoce semi-estabilado; DC\*PASTO = Desmame  
 195 convencional a pasto; DP\*PASTO = Desmame precoce a pasto; P\*PASTO = Participantes de prova de ganho de  
 196 peso a pasto.  
 197

198 Os machos participantes de prova de ganho de peso à pasto (P\*PASTO) atingiram  
199 400kg mais rapidamente e resultaram em maiores  $VG_{P550}$  e  $VG_{PE550}$  ( $rg_{VG_{P550}, VG_{PE550}} = 0,71$ );  
200 e os animais participantes de prova de ganho de peso e estabulados (P\*EST) foram superiores  
201 com relação aos escores de conformação (Figura 1A). Ressalta-se que as correlações  
202 estimadas entre  $VGM550$ ;  $VGPr550$  e  $VGE550$  foram altas, variando de 0,94 a 0,99 entre as  
203 possíveis combinações.

204 A inclusão de escores de conformação nos programas de melhoramento genético de  
205 bovinos Nelore tem como propósito a seleção indireta para às características de carcaça.  
206 Correlações genéticas de moderada a alta entre escores de musculosidade, estrutura e  
207 precocidade com área de olho de lombo, peso de carcaça quente e espessura de gordura  
208 subcutânea foram encontradas por Gordo *et al.* (2016).

209 Na figura 1B verificou-se que os grupos de fêmeas DC\*EST e DP\*EST foram os que  
210 apresentaram os melhores valores genéticos para todas as características, seguidos do  
211 DC\*SEST e DP\*SEST. Com relação a IPP e D400 ( $rg_{VG_{IPP}, VG_{D400}} = 0,67$ ), VGs menores são  
212 preferido, por isso que os grupos geneticamente superiores estão localizados em quadrantes  
213 opostos. O fato do  $VG_{D400}$  e  $VG_{IPP}$  ficarem no mesmo quadrante está em acordo com Canellas  
214 *et al.* (2012) que verificaram que a taxa de prenhez em idade precoce tem relação linear com o  
215 aumento no ganho de peso diário. Castro-Pereira *et al.* (2007) relataram que parte dos genes  
216 de ação aditiva que atuam sobre IPP também atuam no D450. Com isso, a seleção para  
217 reduzir o tempo para atingir determinado peso no pós-desmame pode resultar em maior  
218 precocidade das fêmeas.

219 As fêmeas criadas a pasto não foram superiores geneticamente em nenhuma  
220 característica, o que sugere que a melhoria genética está sendo acompanhada pelas melhorias  
221 ambientais, propiciando condição adequada para expressão fenotípica. Comumente os  
222 sumários de touros assumem a pressuposição de ausência de interação genótipo-ambiente,

223 pois as informações genéticas não são regionalizadas. Todavia, existe uma grande  
224 variabilidade de sistemas de produção, em termos de manejo, alimentação e condições  
225 edafoclimáticas que devem ser consideradas na avaliação genética.

226 As diferenças nos valores genéticos, em função da condição de criação estão em acordo  
227 com Franco *et al.* (2012) que constataram a existência de interação genótipo *vs.* regime  
228 alimentar, por meio da técnica de componentes principais, para o valor genético de touros  
229 Nelore e recomendaram que a escolha do reprodutor deve ser direcionada de acordo com o  
230 regime alimentar de criação de seus filhos.

231 Com relação aos estados brasileiros os que permaneceram após a edição foram São  
232 Paulo (SP), Paraná (PR), Minas Gerais (MG) e Mato Grosso do Sul (MS), sendo último  
233 apenas para o grupo das fêmeas. Nos machos os melhores  $VG_{P550}$  e  $VG_{D400}$  foram observados  
234 no Paraná seguido de Minas Gerais. Já MG se destacou nos  $VG_{PE550}$ ,  $VG_{M550}$ ,  $VG_{E550}$ ,  
235  $VG_{Pr550}$ , ficando o estado do Paraná em segundo lugar (Figura 1C).

236 Nas fêmeas o estado do Paraná também se destacou nos  $VG_{P550}$ ,  $VG_{D400}$  e  $VG_{IPP}$ ,  
237 seguido de Minas Gerais e Mato Grosso do Sul (Figura 1D), todavia, observou-se que MG se  
238 posicionou próximo ao eixo zero para CP1 e CP2, ou seja, predição de valores genéticos  
239 moderados para todas as características. No MS os melhores valores genéticos preditos foram  
240 observados para os escores de conformação, podendo estes resultados ser reflexo de maior  
241 intensidade de seleção para estas características.

242 De maneira geral, os resultados por Unidade da Federação sugerem a existência de  
243 interação genótipo *vs* ambiente nesta população. SILVEIRA *et al.* (2014) identificaram  
244 interação genótipo *vs* ambiente sobre características produtivas e reprodutivas de fêmeas  
245 Nelore em três regiões do MS. FERREIRA *et al.* (2014) relataram que a implementação de  
246 programas de melhoramento genético específico para regiões semelhantes, especialmente em  
247 relação a variáveis climáticas, é essencial para obtenção de níveis de produção mais elevados,

248 consistentes e apropriados ao meio ambiente local. Franco *et al.* (2012) chamam a atenção  
 249 para o sistema de criação da progênie, e que este deve ser equivalente ao ambiente onde os  
 250 pais foram avaliados.

251 O índice genético por unidade da federação/sexo foi elaborado considerando apenas o  
 252 CP1, pois além deste explicar a maior parte da variação genética do dados (Tabela 2), gerou  
 253 índices que favoreceram todas as características, o que não foi observado no CP2, que  
 254 favoreceu apenas aquelas mais correlacionadas com o referido componente. Para gerar os  
 255 escores padronizados dos valores genéticos de cada características utilizou-se os autovetores e  
 256 autovalores apresentados na Tabela 3.

257

258 **Tabela 3** - Autovetores e autovalores para os valores genéticos das características no  
 259 componentes principais 1 em diferentes Unidades da Federação.

Características	Machos			Fêmeas			
	SP	PR	MG	SP	PR	MG	MS
D400	-0,2953	-0,4180	-0,3879	-0,4683	-0,4827	-0,4660	-0,2796
PE550	0,3248	0,2859	0,2914	–	–	–	–
IPP	–	–	–	-0,2400	-0,1624	-0,1108	-0,3375
E550	0,4425	0,4255	0,4150	0,1005	0,3970	0,3491	0,4656
Pr550	0,5244	0,4266	0,4455	0,3898	0,3907	0,3975	0,4290
M550	0,5005	0,4372	0,4628	0,5114	0,4299	0,5316	0,4413
P550	0,2931	0,4351	0,4240	0,5473	0,4954	0,4562	0,4607
<b>Autovalor</b>	<b>2,7434</b>	<b>3,8986</b>	<b>4,6320</b>	<b>2,4826</b>	<b>2,8074</b>	<b>3,3695</b>	<b>4,2990</b>

260

261 Os escores padronizados para machos e fêmeas, de maneira geral, apresentaram maiores  
 262 valores para as características de escores de conformação (Tabela 4), o que pode ser explicado  
 263 pela maior variabilidade genética, resultado do menor tempo de seleção quando comparadas  
 264 às de crescimento. O estado de São Paulo resultou nos menores valores de escores  
 265 padronizados para os machos nas características D400 e P550; e Minas Gerais, para fêmeas,  
 266 apenas no D400.

267

268 **Tabela 4** - Escores padronizados para os valores genéticos das características no componente  
 269 principal 1 em diferentes Unidades da Federação.

Características	Machos			Fêmeas			
	SP n = 120	PR n = 3.073	MG n = 36	SP n = 144	PR n = 5.042	MG n = 80	MS n = 23
D400	-0,1783	-0,2117	-0,1802	-0,2881	-0,2539	-0,1349	-0,2881
PE550	0,1961	0,1448	0,1354	–	–	–	–
IPP	–	–	–	-0,0969	-0,0604	-0,1628	-0,0969
E550	0,2672	0,2155	0,1928	0,2369	0,1902	0,2246	0,2369
Pr550	0,3166	0,2161	0,2070	0,2332	0,2165	0,2069	0,2332
M550	0,3022	0,2214	0,2150	0,2566	0,2896	0,2128	0,2566
P550	0,1770	0,2204	0,1970	0,2957	0,2485	0,2222	0,2957

270 D400 = dias para ganhar 400 Kg; IPP = Idade ao primeiro parto; E550 = Estrutura corporal aos 550 dias; Pr550  
 271 = Precocidade 550 dias; M550 = Musculosidade aos 550 dias; P550 = Pesos aos 550 dias; SP = São Paulo; PR =  
 272 Paraná; MG = Minas Gerais; MS = Mato Grosso do Sul.

273 As características reprodutivas (PE550 e IPP) produziram menores valores de  
 274 ponderação para machos nos estados do Paraná e Minas Gerais; e fêmeas nos estados de SP,  
 275 PR e MS (Tabela 4). De acordo com BOLIGON *et al.* (2008) & BUZANSKAS *et al.* (2013) a  
 276 inclusão nos índices de seleção das características reprodutivas é mais interessante do que a  
 277 seleção direta, principalmente quando a estimativa de herdabilidade é baixa, como é o caso do  
 278 IPP (Tabela 1).

279 Uma das dificuldades dos melhoristas em montar índices de seleção é a definição das  
 280 características que irão compor este índice, assim como os coeficientes de ponderação  
 281 associado a cada uma delas, muitas vezes definidos empiricamente. MARQUES *et al.* (2012)  
 282 sugeriram um índice de seleção incluindo características de crescimento e de escores visuais  
 283 por meio de regressão múltipla, de modo que a correlação entre o índice e o objetivo de  
 284 seleção desejado fosse máxima, através de simulações. No entanto, Buzanskas *et al.* (2013)  
 285 relataram que índices de seleção baseados em componentes principais possibilitam selecionar  
 286 os animais de maneira eficaz e balanceada, uma vez que os escores padronizados são  
 287 combinações lineares de todos os valores genéticos das características, e não pesos empíricos  
 288 tipicamente usados nos programas de melhoramento.

289

290

## CONCLUSÕES

291 1 Machos Nelore participantes de prova à pasto são os de melhores valores genéticos para  
292 D400, P550 e PE550; e os participantes de prova estabeulados são geneticamente superiores  
293 para os escores de conformação.

294 2 Fêmeas Nelore estabeuladas são as de melhores valores genéticos para todas as  
295 características.

296 3 A análise de componentes principais auxilia na determinação das características que  
297 explicam a maior parte da variação dos dados e, também, por meio do componente principal  
298 1, é uma boa alternativa na elaboração de um índice de seleção, que pode ser definido  
299 considerando as diferenças ambientais.

300

301

## AGRADECIMENTOS

302 Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela  
303 concessão de bolsa de Mestrado ao primeiro autor.

304

305

## REFERÊNCIAS

306 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE - **ABIEC**,  
307 2018. Disponível em: <<http://abiec.siteoficial.ws/images/upload/sumario-pt-010217.pdf>> Acesso em:  
308 06 de janeiro de 2019.

309 BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, L. G.; RORATO, P. R. N. Associações genéticas entre  
310 pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de**  
311 **Zootecnia**, v.37, n.4, p.596-601, 2008.

312 BUZANSKAS, M. E. *et al.* Genetic parameter estimates and principal component analysis of  
313 breeding values of reproduction and growth traits in female Canchim cattle. **Reproduction,**  
314 **Fertility and Development**, v.25, p.775-781, 2013.

- 315 CANELLAS, L. C. *et al.* Post-weaning weight gain and pregnancy rate of beef heifers bred at  
316 18 months of age: a meta-analysis approach. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.7,  
317 p.1632-1637, 2012.
- 318 CASTRO-PEREIRA, V. M. *et al.* Estimativas de parâmetros genéticos e de ganhos direto e  
319 indireto à seleção para características reprodutivas e de crescimento em um rebanho da raça  
320 Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1029-1036, 2007.
- 321 COSTA, R. *et al.* Economic selection indexes for Hereford and Braford cattle raised in  
322 southern Brazil. **Journal of Animal Science**, v.95, p.2825-2837, 2017.
- 323 FARIA, C. U. *et al.* Interação genótipo-ambiente na análise genética do peso ao desmame de bovinos  
324 Nelore sob enfoque bayesiano. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.33, n.2, p.213-218, 2011.
- 325 FERREIRA, J. L. *et al.* Impacto da heterogeneidade de variância residual na avaliação  
326 genética de rebanho Nelore no Bioma Amazônia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção  
327 Animal**, v. 15, n. 2, 2014.
- 328 FRANCO, I. L. *et al.* Interação genótipo x local x regime alimentar em bovinos nelore por  
329 meio de componentes principais de três modos. **Ciência Rural**, v.42, n.12, p.2252-2258,  
330 2012.
- 331 GORDO, D. G. M. *et al.* Genetic parameter estimates for carcass traits and visual scores including or not  
332 genomic information. **Journal of Animal Science**, v.94, p.1821-1826, 2016.
- 333 GRESSLER, S. L. *et al.* Fatores ambientes e estimativas de parâmetros genéticos do  
334 perímetro escrotal na raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e  
335 Zootecnia**, v.66, n.4, p.986-994, 2014.
- 336 GROSSI, D. A. *et al.* Genetic analysis on accumulated productivity and calving intervals in  
337 Nelore cattle. **Tropical Animal Health and Production**, v.48, n.1, p.207-210, 2015.
- 338 KOURY FILHO, W. L. G. *et al.* Estimates of heritabilities and correlations for visual scores,  
339 weight and height at 550 days of age in Nelore cattle herds. **Revista Brasileira de  
340 Zootecnia**, v.38, n.12, p.2362-2367, 2009.

- 341 LAUREANO, M.M.M. *et al.* Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para  
342 características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro**  
343 **de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.143-152, 2011.
- 344 MARQUES, E. G. ; MAGNABOSCO, C. U.; LOPES, F. B. Índices de seleção para bovinos  
345 da raça Nelore participantes de provas de ganho em peso em confinamento. **Revista**  
346 **Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.3, p.669-681, 2012.
- 347 MEYER, K. WOMBAT – A tool for mixed model analyses in quantitative genetics by  
348 2 restricted maximum likelihood (REML). **Journal of Zhejiang University Science B**, v.8,  
349 n.11, p.815-821, 2007.
- 350 QUEIROZ, S. A. *et al.* Índices de seleção para um rebanho Caracu de duplo propósito.  
351 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.827-837, 2005.
- 352 SAS Institute Inc. Statistical Analyses System. **User's guide version 3.5 SAS® Studio**  
353 **University Edition**. Cary, North Carolina, 2016.
- 354 SOUZA, J. C. *et al.* Parâmetros e tendências genéticas para peso ao sobreano de animais  
355 Nelore criados no estado do Paraná, Brasil. **Revista Colombiana de Ciencia Animal**, v.10,  
356 n.1, p.68-73, 2018.
- 357 SILVEIRA, M. V. *et al.* Interação genótipo x ambiente sobre características produtivas e  
358 reprodutivas de fêmeas Nelore. **Archivos de Zootecnia**, v.63, n.241, p.223-226, 2014.
- 359 WILKS, D. S. **Statistical Methods in the Atmospheric Sciences**. 2. ed. California: Elsevier  
360 Science & Technology Books Academic Press, 2006.

## 4 CONCLUSÃO

Das características avaliadas neste estudo as maiores estimativas de herdabilidade foram o tempo em dias para atingir 400 kg; perímetro escrotal; precocidade e musculosidade, todas aos 550 dias de idade. As características reprodutivas, como na maioria dos estudos anteriores, foram as que apresentaram os menores valores de herdabilidade, portanto, propõe-se melhorar as condições de meio para o aumento da resposta reprodutiva de fêmeas Nelore, com maior efeito que a seleção direta.

Existe variabilidade genética significativa entre diferentes condições de criação e Unidades da Federação. Os valores genéticos das oito características incluídas na análise de componentes principais (D400, P550, PE550, IPP, E550, Pr550, M550 e U550) são responsáveis por explicar mais de 92% da variância genética aditiva entre condições de criação e regiões avaliadas.

Machos participantes de prova de desempenho a pasto apresentam os melhores  $VG_{400}$ . Nas fêmeas as piores respostas de  $VGD_{400}$  e  $VG_{IPP}$  foram daquelas oriundas de desmame precoce e alimentadas a pasto e as melhores respostas para estas características das fêmeas de desmame precoce estabuladas e semi-estabuladas.

No Paraná estão os melhores VGs para características de crescimento e em Minas Gerais para as reprodutivas, tanto em machos, quanto em fêmeas.

As características de crescimento e escores visuais mensuradas aos 550 dias, e idade ao primeiro parto podem ser selecionadas conjuntamente através de um índice de seleção para a raça Nelore, por região/sexo, baseados nos escores do primeiro componente principal.

## REFERÊNCIAS

- AMBROSINI, D. P. et al. Genotype x environment interaction via models of reaction norms for growth traits in Nelore cattle. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.2, p.177-186, 2016.
- ARAUJO NETO, F. R. Características de crescimento em bovinos de corte. In: QUEIROZ, S. A. (Coord.). **Introdução ao melhoramento genético de bovinos de corte**. 1. ed. Guaíba: Agrolivros, 2012. cap. 4, p.55-63.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE- **ABIEC**, 2018. Disponível em: <<http://abiec.siteoficial.ws/images/upload/sumario-pt-010217.pdf>> Acesso em: 20 de janeiro de 2019.
- AZEVEDO D. M. M. R. et al. Desempenho reprodutivo de vacas Nelore no Norte e Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.988-996, 2006.
- BERGMANN, J. A. G. Melhoramento genético da eficiência reprodutiva em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.1, n.4, p.70-86, 1993.
- BERTAZZO, R. P. et al. Parâmetros genéticos de longevidade e produtividade de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1118-1127, 2004.
- BIFFANI, S. et al. Fatores ambientais e genéticos sobre o crescimento ao ano e ao sobreano de bovinos nelore, criados no nordeste do brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.468-473, 1999.
- BOLIGON, A. A. et al. Herdabilidades para ganho de peso da desmama ao sobreano e perímetro escrotal ao sobreano e tendências genética e fenotípica para ganho de peso da desmama ao sobreano em bovinos Nelore-Angus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1323-1328, 2006.
- BOLIGON, A. A. et al. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.565-571, 2007.
- BOLIGON, A. A. et al. Associações genéticas entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.596-601, 2008.
- BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, L. G. Correlações genéticas entre escores visuais e características reprodutivas em bovinos Nelore usando inferência bayesiana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.12, p.1412-1418, 2010.
- BRUNES, L. C. **Estudo genético-quantitativo de características de crescimento, reprodução, carcaça e escores visuais em um rebanho nelore sob seleção para precocidade sexual**. 2017. 190f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.
- CAVALCANTE, F. A. et al. Intervalo de partos em rebanho Nelore na Amazônia Oriental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1327-1331, 2000.

CRUZ, C. D. et al. Seleção simultânea de caracteres. In: CRUZ, REGAZZI e CARNEIRO (Coord). **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. cap. 6, p.221-235.

De PAULA, E. J. H. et al. Associations between reproductive and carcass traits in Nellore. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.6, p.4423-4434, 2015.

DIAS, L. T. et al. Estimativa de herdabilidade para idade ao primeiro parto de fêmeas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.97-102, 2004.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. C. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4. ed. New York: Longman Scientific & Technical, 1996. 480p.

FARIA, C. U. et al. Bayesian inference in a quantitative genetic study of growth traits in Nelore cattle (*Bos indicus*). **Genetics and Molecular Biology**, v.30, n.3, p.545-551, 2007.

FARIA, C. U. et al. Interação genótipo-ambiente na análise genética do peso ao desmame de bovinos Nelore sob enfoque bayesiano. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.33, n.2, p.213-218, 2011.

FERREIRA, J. L. et al. Impacto da heterogeneidade de variância residual na avaliação genética de rebanho Nelore no Bioma Amazônia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 2, 2014.

FRANCO, I. L. et al. Interação genótipo x local x regime alimentar em bovinos nelore por meio de componentes principais de três modos. **Ciência Rural**, v.42, n.12, p.2252-2258, 2012.

FRIES, L. A. et al. Possíveis consequências de seleção para incrementar pesos às idades padrão vs. reduzir idades para produzir unidades de mercado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.310-312.

GARCIA, D. A. et al. Comparison of models for the genetic evaluation of reproductive traits with censored data in Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v.94, p.2297-2306, 2016.

GARNERO, A. D. V. et al. Comparação entre alguns critérios de seleção para crescimento na Raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.714-718, 2001.

GONÇALVES, F. M. et al. Avaliação genética para peso corporal em um rebanho Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.158-164, 2011.

GORDO, D. G. M. et al. Genetic association between body composition measured by ultrasound and visual scores in Brazilian Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v.90, p.4223-4229, 2012.

GRESSLER, S. L. et al. Estudo das associações genéticas entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.427-437, 2000.

GRESSLER, S. L. et al. Fatores ambientes e estimativas de parâmetros genéticos do perímetro escrotal na raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.4, p.986-994, 2014.

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

HOLANDA, M. C. R. et al. Tendências genéticas para crescimento em bovinos nelore em pernambuco, Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v.53, p.185-194, 2004.

IRANO, N. et al. Genome-wide association study for indicator traits of sexual precocity in nellore cattle. **Plos One**, v.11, n.8, e-0159502, 2016.

KHATTREE, R.; NAIK, D. N. **Multivariate data reduction and discrimination with SAS software**. Cary, NC: SAS Institute, 2000. 588p.

KOURY FILHO, W. **Escores visuais e suas relações com características de crescimento em bovinos de corte**. 2005. 80p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2005.

KOURY FILHO, W. L. G. et al. Estimates of heritabilities and correlations for visual scores, weight and height at 550 days of age in Nellore cattle herds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2362-2367, 2009.

KOURY FILHO, W., L. G. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para os escores visuais e suas associações com peso corporal em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.1015-1022, 2010.

LACERDA, J. D. **Parâmetros e tendências genéticas para características de crescimento em bovinos da raça Nelore no Estado da Bahia utilizando Inferência Bayesiana**. 2013. 60p. Dissertação (Produção de Ruminantes) – Universidade Estadual do Sudeste da Bahia, Itapetinga, BA, 2013.

LAUREANO, M. M.M. et al. Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.143-152, 2011.

LIRA, T. et al. Parâmetros genéticos de características produtivas e reprodutivas em zebuínos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.1, p.1-22, 2008.

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

MALHADO, C. H. M. et al. Correlações genéticas entre características de crescimento e parâmetros da curva em bovinos da Raça Nelore. **Revista Científica de Produção Animal**, v.10, n.2, 2008.

MARQUES, L. F. A. Análises uni e bicaráter em características de crescimento da raça Simental. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.8, n.2, p.69-72, 2001.

MASCIOLI, A.S. et al. Genetic and phenotypic parameters and principal components analyses for body weight gains in Canchim cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.654-1660, 2000.

MARTINEZ-GONZÁLEZ, J. C. et al. Importancia de la interacción genotipo x ambiente en rasgos de producción en ganado lechero. **CienciaUAT**, v.10, n.2, p.72-7, 2016.

MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R. B. Estimates of genetic correlations between sire scrotal circumference and offspring age at first calving in Nelore cattle. **Revista Brasileira de Genética**. v.14, n.1, p.209-212, 1991.

MOTA, L. F. M. et al. Escores visuais corporais como auxílio à seleção em bovinos de corte. **Boletim Técnico PPGZOO UFVJM**, v.1, n.2, 2013. Disponível em:<[http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/bitstream/1/1506/1/boletim\\_tecnico\\_0102\\_2013\\_escores.pdf](http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/bitstream/1/1506/1/boletim_tecnico_0102_2013_escores.pdf)>. Acesso: 25 de outubro de 2018.

NEPOMUCENO, L. L. et al. Interação genótipo-ambiente para características sob efeito maternal na raça Nelore nos estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.2, p.269-276, 2013.

PAULINO, P. V. R. et al. Deposição de tecidos e componentes químicos corporais em bovinos Nelore de diferentes classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.12, p. 516-2524, 2009.

PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. 5. ed. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2008. 619p.

PEREIRA, E. et al. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1676-1683, 2000.

PEREIRA, A. M. V.S; MUNIZ, C. A. S. D. Efeitos ambientais sobre características pré-desmama em bovinos da Raça Nelore Mocha. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n.1, p.359-366, 2013.

PESSOA, M. C. et al. Características reprodutivas em bovinos de corte. In: QUEIROZ, S. A. (Coord.). **Introdução ao melhoramento genético de bovinos de corte**. 1. ed. Guaíba: Agrolivros, 2012. cap.3, p.43-53.

QUEIROZ, S. A. et al. Índices de seleção para um rebanho caracu de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.827-837, 2005.

REGAZZI, A. J. **Análise multivariada: notas de aula**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002.

REZENDE, M. P. G. et al. Ganho de peso pré e pós desmame em bovinos da raça nelorecriados no pantanal sul mato grossense. **Ciência Animal**, v.24, n.2, p.20-27, 2014.

ROSA, A. N. et al. Recursos genéticos e estratégias de melhoramento. In: ROSA, A. N. et al. (Org.). **Melhoramento Genético Aplicado em Gado de Corte – Programa Geneplus-Embrapa**. 1. ed. Campo Grande: Embrapa, 2013.

SANTIAGO, A. A. **A Epopéia do Zebu: A seleção das raças Gir, Guzerá, Nelore, Indubrasil e Sindi.** São Paulo, 1960. 559p.

SANTOS, G. C. J. et al. Efeitos não genéticos sobre características produtivas em rebanhos Nelore criados na região Norte do Brasil. **Acta Veterinária**, v.5, n.4, p.358-392, 2011.

SARTORI, R. et al. Physiological differences and implications to reproductive management of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle in a tropical environment. **Society of Reproduction and Fertility**, v.67, p.357-375, 2010.

SAVEGNAGO, R. P. et al. Estimates of genetic parameters, and cluster and principal components analysis of breeding values related to egg production traits in a White Leghorn population. *Poultry Science*, v.90, p.2174-2188, 2011.

SILVA, M. A. **Estimativas de parâmetros genéticos para seleção intrarrebanho de touros nelore no acre.** 2017. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2018.

SILVEIRA, L. C. et al. Fatores ambientais e parâmetros genéticos para características produtivas e reprodutivas em um rebanho Nelore no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1432-1444, 2004.

SIMONELLI, S. M. et al. Critérios de seleção para características de crescimento em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.3, p.374-384, 2004.

SIMPLÍCIO, A. P. G; PIERRE, F. C. Melhoramento Genético: Utilização de escores visuais na pecuária de corte. **Tekhnne e Logos**, v.9, n.2, p.36-45, 2018.

SIQUEIRA, J. B. et al. Relação entre perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas em bovinos de corte: uma revisão. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v.37, n.1, p.3-13, 2013.

SOUZA, J. C. et al. Avaliação de características produtivas em animais da raça Nelore por meio de análise multivariada. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.17, n.3/4, p.99-103, 2010.

SILVA, N. R.; PADOVANI, C. R. Utilização de componentes principais em experimentação agrônômica. **Energia na Agricultura**, v.21, n.4, p.98-113, 2006.

SOUZA, J. C. et al. Parâmetros e tendências genéticas para peso ao sobreano de animais Nelore criados no estado do Paraná, Brasil. **Revista Colombiana de Ciencia Animal**, v.10, n.1, p.68-73, 2018.

TERAKADO, A. P. N. et al. Genetic associations between scrotal circumference and female reproductive traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v.93, p.2706-2713, 2015.

TIMM, N. H. **Applied Multivariate Analysis.** New York: Springer-Verlag, 2002.

YOKOO, M. J. I. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1761-1768, 2007.

YOKOO, M. J. et al. Genetic correlation between visual scores and carcass traits measured by real-time ultrasound in beef cattle. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.2, p.197-202, 2009.

YOKOO, M. J. et al. Características reprodutivas e suas associações com outras características de importância econômica na raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.1, p.91-100, 2012.

## ANEXO A – NORMAS EDITORIAIS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA CIÊNCIA AGRONÔMICA

### INSTRUÇÕES AOS AUTORES

**ATENÇÃO:** As normas da Revista Ciência Agronômica podem sofrer alterações, portanto não deixe de consultá-las antes de fazer a submissão de um artigo. Elas são válidas para todos os trabalhos submetidos neste periódico. Um modelo de artigo pode ser visto em "MODELO ARTIGO" no endereço <http://www.ccarevista.ufc.br>.

#### 1. POLÍTICA EDITORIAL

A Revista Ciência Agronômica destina-se à publicação de artigos científicos e artigos técnicos que sejam originais e que não foram publicados ou submetidos a outro periódico, inerentes às áreas de Ciências Agrárias e Recursos Naturais. Os artigos poderão ser submetidos nos idiomas português, inglês ou espanhol. Se aprovado o artigo deverá ser traduzido e publicado em inglês. A RCA exige que a tradução seja feita por alguma empresa especializada. A contratação da empresa e tradução para o inglês é custeada pelos autores e quando devolverem a versão traduzida na fase de edição devem encaminhar também uma declaração da empresa responsável pelo serviço realizado. Abaixo sugerimos preferencialmente algumas empresas:

- Academic-Editing-Services.com (<http://www.academic-editing-services.com/>)
- American Journal Express (<http://www.journalexpress.com/>)
- American Manuscript Editors (<http://americanmanuscripteditors.com/>)
- Bioedit Scientific Editing (<http://www.bioedit.co.uk/>)
- BioMed Proofreading (<http://www.biomedproofreading.com>)
- Edanz (<http://www.edanzediting.com>)
- Editage (<http://www.editage.com.br/>)
- Elsevier (<http://webshop.elsevier.com/languageservices/>)
- Enago (<http://www.enago.com.br/forjournal/>)
- JournalPrep (<http://www.journalprep.com>)
- Paulo Boschov (paulo@bridgetextos.com.br, [bridge.textecn@gmail.com](mailto:bridge.textecn@gmail.com))
- Proof-Reading-Service.com (<http://www.proof-reading-service.com/pt/>)
- Publicase (<http://www.publicase.com.br/formulario.asp>)
- Queen's English (<http://www.queensenglishediting.com/>)
- STTA - Serviços Técnicos de Tradução e Análises (<http://stta.com.br/servicos.php>)

Os trabalhos submetidos à RCA serão **avaliados preliminarmente pelo Comitê Editorial** e só então serão enviados para pelo menos dois (2) revisores da área e publicados, somente, se aprovados por eles e pelo Comitê Editorial. A publicação dos artigos será baseada na originalidade, qualidade e mérito científico, **cabendo ao Comitê Editorial a decisão final do aceite**. O sigilo de identidade dos autores e revisores será mantido durante todo o processo. A administração da revista tomará o cuidado para que os revisores de cada artigo sejam, obrigatoriamente, de instituições distintas daquela de origem dos autores. **O artigo que apresentar mais de cinco autores não terá a sua submissão aceita pela Revista Ciência Agronômica, salvo algumas condições especiais (ver Autores)**. Não serão permitidas mudanças nos nomes de autores *a posteriori*.

## 2. Custo de publicação

O custo é de **R\$ 45,00 (quarenta e cinco reais) por página editorada** no formato final. No ato da submissão é **requerido um depósito de R\$ 100,00 (cem reais) não reembolsáveis**. Se o trabalho for rejeitado na avaliação prévia do Comitê Editorial, a taxa paga não poderá ser reutilizada para outras submissões dos autores. O comprovante de depósito ou transferência deve ser enviado ao e-mail da RCA (ccarev@ufc.br). Os depósitos ou transferências deverão ser efetuados em nome de:

### CETREDE CIENCIA AGRONOMIC

Banco do Brasil: Agência bancária: **1702-7** - Conta corrente: **46.375-2**

As opiniões emitidas nos trabalhos são de exclusiva responsabilidade de seus autores. A Revista Ciência Agronômica reserva-se o direito de adaptar os originais visando manter a uniformidade da publicação. A RCA não mais fornece separatas ou exemplares aos autores. A distribuição na forma impressa da RCA é de responsabilidade da Biblioteca de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Ceará sendo realizada por meio de permuta com bibliotecas brasileiras e do exterior. Na submissão online é requerido:

1. A concordância com a declaração de responsabilidade de direitos autorais;
2. Que o autor que fizer a submissão do trabalho **cadastre todos os autores no sistema**;
3. Identificação do autor de correspondência com endereço completo.

## 3. Formatação do Artigo

**DIGITAÇÃO:** no máximo 20 páginas digitadas em espaço duplo (exceto Tabelas), fonte Times New Roman, normal, tamanho 12, recuo do parágrafo por 1 cm. Todas as margens deverão ter 2,5 cm. As linhas devem ser numeradas de forma contínua.

**ESTRUTURA:** o trabalho deverá obedecer à seguinte ordem: título, título em inglês, resumo, palavras-chave, abstract, key words, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos (opcional) e referências.

**TÍTULO:** deve ser escrito com apenas a inicial maiúscula, em negrito e centralizado na página com no **máximo 15 palavras**. Como chamada de rodapé numérica, extraída do título, devem constar informações sobre a **natureza do trabalho** (se extraído de tese/dissertação, se pesquisa financiada,...) e referências às instituições colaboradoras. Os subtítulos: Introdução, Material e métodos, Resultados e discussão, Conclusões, Agradecimentos e Referências devem ser escritos em caixa alta, em negrito e centralizados.

**AUTORES:** na primeira versão do artigo submetido, os nomes dos autores e a nota de rodapé deverão ser omitidos. Somente na versão final o artigo deverá conter o nome de todos os autores com identificação em nota de rodapé. Os nomes completos (sem abreviaturas) deverão vir abaixo do título, somente com a primeira letra maiúscula, um após outro, separados por vírgula e centralizados na linha. Como nota de rodapé na primeira página, deve-se indicar, de cada autor, afiliação completa (departamento, centro, instituição, cidade, estado e país), endereço eletrônico e endereço completo do autor correspondente. O autor de correspondência deve ser identificado por um "\*". **Só serão aceitos artigos com mais de seis autores, quando, comprovadamente, a pesquisa tenha sido desenvolvida em regiões distintas (diferentes).**

**RESUMO e ABSTRACT:** devem começar com estas palavras, na margem esquerda, em caixa alta e em negrito, contendo no máximo **250 palavras**.

**PALAVRAS-CHAVE e KEY WORDS:** devem conter entre três e cinco termos para indexação. Os termos usados não devem constar no título. Cada palavra-chave e key word deve iniciar com letra maiúscula e ser seguida de ponto.

**INTRODUÇÃO:** deve ser compacta e objetiva contendo citações atuais que apresentem relação com o assunto abordado na pesquisa. As citações presentes na introdução devem ser empregadas para fundamentar a discussão dos resultados, criando, assim, uma contextualização entre o estudo da arte e a discussão dos resultados. Não deve conter mais de **550 palavras**.

**CITAÇÃO DE AUTORES NO TEXTO:** a NBR 10520/2002 estabelece as condições exigidas para a apresentação de citações em documentos técnico-científicos e acadêmicos. Nas citações, quando o sobrenome do autor, a instituição responsável ou título estiver incluído na sentença, este se apresenta em letras maiúsculas/minúsculas, e quando estiverem entre parênteses, em letras maiúsculas.

**Ex:** Santos (2002) ou (SANTOS, 2002); com dois autores ou três autores, usar Pereira e Freitas (2002) ou (PEREIRA; FREITAS, 2002) e Cruz, Perota e Mendes (2000) ou (CRUZ; PEROTA; MENDES, 2000); com mais de três autores, usar Xavier et al. (1997) ou (XAVIER et al., 1997).

**VÁRIOS AUTORES CITADOS SIMULTANEAMENTE:** havendo citações indiretas de diversos documentos de vários autores mencionados simultaneamente e que expressam a mesma ideia, separam-se os autores por ponto e vírgula, em ordem alfabética, independente do ano de publicação.

**Ex:** (FONSECA, 2007; PAIVA, 2005; SILVA, 2006).

**SIGLAS:** quando aparecem pela primeira vez no texto, deve-se colocar o nome por extenso, seguido da sigla entre parênteses.

**Ex:** De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) [...].

**TABELAS:** devem ser numeradas consecutivamente com algarismos arábicos na parte superior. Não usar linhas verticais. As linhas horizontais devem ser usadas para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma no final da tabela. Cada dado deve ocupar uma célula distinta. Usar espaço simples. Não usar negrito ou letra maiúscula no cabeçalho.

**FIGURAS:** gráficos, fotografias ou desenhos levarão a denominação geral de Figura sucedida de numeração arábica crescente e legenda na parte superior. Para a preparação dos gráficos deve-se utilizar "softwares" compatíveis com "Microsoft Windows". As figuras devem apresentar 8,2 cm de largura, não sendo superior a 17 cm. A fonte Times New Roman, corpo 10 e não usar negrito na identificação dos eixos. A Revista Ciência Agronômica reserva-se ao direito de não aceitar tabelas e/ou figuras com o papel na forma "paisagem" ou que apresentem mais de 17 cm de largura. **Tabelas e Figuras devem ser inseridas logo após a sua primeira citação.** **Obs.:** As figuras devem ser também enviadas em arquivos separados e com RESOLUÇÃO de no mínimo 500 dpi através do campo "Transferir Documentos Suplementares".

**EQUAÇÕES:** devem ser digitadas usando o editor de equações do Word, com a fonte Times New Roman. As equações devem receber uma numeração arábica crescente. O padrão de tamanho deverá ser:

Inteiro = 12 pt

Subscrito/sobrescrito = 8 pt

Sub-subscrito/sobrescrito = 5 pt

Símbolo = 18 pt