

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINARIA E ZOOTECNIA

FERNANDA BRAGA DUARTE GONÇALVES

AVALIAÇÃO DO COMPONENTE GENÉTICO NA EXPRESSÃO FENOTÍPICA DE
CARACTERÍSTICAS DE EFICIÊNCIA ALIMENTAR DE BOVINOS DA RAÇA
NELORE

Uberlândia – MG

2019

FERNANDA BRAGA DUARTE GONÇALVES

AVALIAÇÃO DO COMPONENTE GENÉTICO NA EXPRESSÃO FENOTÍPICA DE
CARACTERÍSTICAS DE EFICIÊNCIA ALIMENTAR DE BOVINOS DA RAÇA
NELORE

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
coordenação do curso graduação em Zootecnia
da Universidade Federal de Uberlândia, como
requisito à aprovação na disciplina de
Trabalho de conclusão de curso II.

Orientador: Prof. Dra. Carina Ubirajara de Faria

Uberlândia – MG

2019

DEDICATÓRIA

A Fé que me guia. Deus e Nossa Senhora da Abadia que foi meu alicerce espiritual, me proporcionou saúde e força para superar todos os momentos difíceis a que eu me deparei ao longo da graduação.

Aos meus pais, Fernando e Célia. Ao meu amado pai, o meu grande parceiro de vida que SEMPRE esteve presente nos momentos mais importantes da minha vida, confiando, apoiando e ajudando, mesmo com a ausência da minha mãe, ele sempre fez de tudo para me formar uma pessoa equilibrada e batalhadora. A minha saudosa e amada mãe, que é meu exemplo, tudo aquilo que sou ou pretendo ser, devo a um anjo.
Minha mãe.

A Professora e orientadora Carina Ubirajara de Faria, que desempenhou um papel fundamental, confiou no meu potencial e me deu a oportunidade de desenvolver esse trabalho.

A banca examinadora, Professoras, Carina, Natascha e Aline. Essa conquista não seria possível se não fosse pelo compromisso, atenção e dedicação de vocês.

Ao Grupo de Estudos em Melhoramento Genético Animal – (GEMEGA) e ao Sr Rui, que foram fundamentais na minha graduação para aprimorar meus conhecimentos práticos durante o manejo diário com gado.

Aos colegas de graduação, que contribuíram para meu crescimento pessoal.

A minha amiga Marina Robel, que pude contar com a amizade neste último ano da graduação, sempre me colocando pra cima nos momentos difíceis. E nos momentos de vitória esteve comemorando ao meu lado.

Ao Sr Luciano Borges Ribeiro, proprietário da Fazenda Rancho da Matinha que nos permitiu realizar esta pesquisa.

“No meio da dificuldade. Encontra-se a oportunidade” – Albert Einstein

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito do componente genético na expressão fenotípica da ingestão de matéria seca (IMS) e o consumo alimentar residual (CAR) de bovinos da raça Nelore submetidos à prova de eficiência alimentar (EA) na fazenda Rancho da Matinha em Uberaba, Minas Gerais. Na Prova de EA de fêmeas utilizaram dados de 143 animais, filhas de 11 touros e, na Prova de EA de machos considerou informações de 146 animais, filhos de 24 touros. Para verificar a contribuição do componente genético no desempenho produtivo dos animais avaliados, foram verificadas as predições das DEPs dos touros (pais dos animais em avaliação), fornecidas pela Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP). Os grupos genéticos ou classes de DEPs para as características de CAR e IMS foram definidos conforme os valores das DEPs: classe de DEPs negativas (classe 1), medianas (classe 2) e positivas (classe 3). Para verificar os efeitos dos grupos genéticos sobre as características de eficiência alimentar foram realizadas análises de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey. Verificou-se que houve diferença estatística entre as médias fenotípicas para CAR e IMS nos grupos genéticos 1 e 3. Esses resultados mostraram que ganhos genéticos expressivos serão observados ao se praticar a escolha de reprodutores por meio das DEPs para CAR e IMS (DEPs mais negativas são favoráveis). Observou-se que no lote de fêmeas teve uma diferença significativa de CAR ($0,376 \text{ kg MS/dia}^{-1}$ a $-0,403 \text{ kg MS/dia}^{-1}$) e de IMS ($8,748 \text{ kg MS/dia}^{-1}$ a $7,969 \text{ kg MS/dia}^{-1}$). No lote de machos, também observou uma diferença significativa de CAR ($0,273 \text{ kg MS/dia}^{-1}$ a $-0,243 \text{ kg MS/dia}^{-1}$) e de IMS ($7,679 \text{ kg MS/dia}^{-1}$ a $7,230 \text{ kg MS/dia}^{-1}$), entre as classes 1 e 3. O componente genético dos pais influenciou na expressão fenotípica das progênie para as características relacionadas à eficiência alimentar. A seleção de animais com DEPs negativas para CAR e IMS levou à produção de animais (machos e fêmeas) mais eficientes, em virtude da redução do consumo de alimento, em confinamento.

Palavras-chave: Bovinos de corte. Consumo de Alimento. Seleção. Valor genético.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of the genetic component in the phenotypic expression of dry matter intake (DMI) and the residual feed intake (RFI) of Nellore cattle submitted to the food efficiency test at Rancho da Matinha farm in Uberaba, Minas Gerais. In the EA test, females used data from 143 animals, daughters from 11 bulls and in the EA Test of males considered information of 146 animals, children of 24 bulls. In order to verify the contribution of the genetic component in the productive performance of the evaluated animals, the predictions of the DEPs of the bulls (parents of the animals in evaluation), provided by the National Association of Breeders and Researchers (ANCP), were verified. The genetic groups or classes of DEPs for the characteristics of RFI and DMI were defined according to the values of the DEPs: class of negative (class 1), median (class 2) and positive (class 3). To verify the effects of the genetic groups on the food efficiency characteristics, analyzes of variance and comparison of means by Tukey's test were performed. It was verified that there was statistical difference between the phenotypic means for RFI and DMI in genetic groups 1 and 3. It was observed that in the lot of females had a significant difference of RFI (0.376 kg DM/day⁻¹ to -0.403 kg DM/day⁻¹) and DMI (8.748 kg DM/day⁻¹.7.969 kg DM/day⁻¹) In the batch of males, a significant difference of RFI (0.273 kg DM/day⁻¹ at -0.243 kg DM/day⁻¹) and DMI (7.679 kg DM/day⁻¹ at 7.230 kg DM/day⁻¹) was also observed between classes 1 and 3. These results showed that expressive genetic gains will be observed when practicing the selection of reproducers through the DEPs for RFI and DMI (more negative DEPs are favorable). The genetic component of the parents influenced the phenotypic expression of the progenies for the characteristics related to food efficiency. The selection of animals with negative DEPs for RFI and DMI led to the production of more efficient animals (males and females), due to the reduction of feed consumption, in confinement.

Keywords: Cattle cut. Food Consumption. Selection. Genetic value

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

TABELA 1. ANÁLISE DESCRITIVA DAS CARACTERÍSTICAS DE IDADE AO INÍCIO DO CONFINAMENTO (IDADE INICIAL), PESO INICIAL, PESO FINAL, GANHO MÉDIO DIÁRIO (GMD), INGESTÃO DE MATÉRIA SECA (IMS) E O CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL (CAR) DE MACHOS E FÊMEAS DA RAÇA NELORE.	23
TABELA 2. MÉDIAS FENOTÍPICAS DO CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL (CAR) E DA INGESTÃO DE MATÉRIA SECA (IMS) PARA FÊMEAS E MACHOS JOVENS DA RAÇA NELORE EM RELAÇÃO ÀS CLASSES OU GRUPOS GENÉTICOS DE ACORDO COM AS DEPS (DCAR E DIMS) DOS PAIS (TOUROS).	24
TABELA 3. ANÁLISE ECONÔMICA DAS DIFERENTES CLASSES OU LOTES DE FÊMEAS.	27
TABELA 4. ANÁLISE ECONÔMICA DAS DIFERENTES CLASSES OU LOTES DE MACHOS.	27

LISTA DE ABREVIATURAS

- ANCP – Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores**
- ACAB – Acabamento de Carcaça**
- AOL – Área de Olho de Lombo**
- ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes**
- BLUP – Best Linear Unbiased Prediction**
- BM&F – Bolsa de Mercadorias e Futuros**
- CA – Conversão Alimentar**
- CAR – Consumo Alimentar Residual**
- CGR – Consumo e Ganho de Peso Residual**
- DCAR – DEP para Consumo Alimentar Residual**
- DEP – Diferença Esperada da Progenie**
- DIMS – DEP para Ingestão de Matéria Seca**
- EA – Eficiência Alimentar**
- EAB – Eficiência Alimentar Bruta**
- EPC – Eficiência Parcial de Crescimento**
- EG – Espessura de Gordura**
- EGG – Espessura de Gordura na Garupa**
- GC – Grupo Contemporâneo**
- GMD – Ganho em Peso Médio Diário**
- MS – Matéria Seca**
- PIB – Produto Interno Bruto**
- PMG – Programa de Melhoramento Genético**
- PVMM – Peso Vivo Médio Metabólico**
- PV – Peso Vivo**
- ICBC – Índice de Custo de Produção de Bovinos Confinados**
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**
- IMS – Ingestão de Matéria Seca**
- IMSOBS – Ingestão de Matéria Seca Observada**
- IMSESP – Ingestão de Matéria Seca Esperada**
- IZ – Instituto de Zootecnia**
- TCR – Taxa de Crescimento Relativo**
- TK – Taxa de Kleiber**
- USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos**

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	6
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	7
	2.1 Histórico do Rebanho Nelore no Brasil	7
	2.2 Eficiência Alimentar	8
	2.3 Medidas de Eficiência Alimentar	9
	2.4 Histórico da Avaliação para Eficiência Alimentar no Brasil e no Mundo	14
	2.5 Avaliação Genética	16
	2.6 Programas de Seleção para CAR no Brasil	17
	2.7 Importância econômica da seleção de animais eficientes	20
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5	CONCLUSÃO.....	28
	REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

A agropecuária brasileira é de grande importância para a economia do País. A atividade de destaque é a pecuária de corte, em que, no ano de 2018, foram abatidas 31.901 milhões de cabeças (IBGE, 2018). No cenário mundial, o Brasil possui o segundo maior rebanho bovino com, aproximadamente, 230 milhões de animais (USDA, 2019). Do rebanho nacional, 80% são destinados à produção de carne, sendo que 70% são bovinos Nelore ou tem grande influência dessa raça na composição genética (EMBRAPA, 2016).

Na pecuária de corte, sabe-se que a nutrição representa a maior percentagem do custo total de produção e, esse valor, pode chegar de 70% até 90% em função da relação de concentrado e volumoso da dieta fornecida. Quanto maior a proporção de concentrado na formulação da dieta, maior será o custo da alimentação. Diante disso, para obter a maximização de produção e redução de custos, é observada a necessidade de selecionar bovinos que sejam mais eficientes no aproveitamento do alimento sem que haja antagonismo às características de crescimento, reprodução, qualidade e rendimento de carcaça.

Uma medida indicadora de eficiência alimentar é o consumo alimentar residual (CAR), proposta por KOCH et al. (1963). Comparada às outras medidas de eficiência alimentar, se destaca porque a influência do tamanho corporal e da taxa de crescimento do animal é corrigida pela fórmula de predição do CAR. A seleção para CAR é uma alternativa viável pela busca por maior lucratividade, principalmente, pela redução dos custos de produção, devido ao menor consumo de alimento dos animais classificados em baixo consumo alimentar residual (CAR negativo).

Sabe-se que seleção direta deve ser baseada em informações confiáveis como as predições das DEPs (Diferença Esperada na Progenie). Atualmente, no Brasil, somente dois Programas de Melhoramento Genético (PMG), como o Instituto de Zootecnia (IZ) e a Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP) tem realizado as avaliações genéticas dos rebanhos, com predição de DEPs e publicação de Sumário de Touros, para as características de eficiência alimentar em bovinos de corte.

Nesse sentido, o presente trabalho objetivou verificar a contribuição do componente genético, por meio do uso de touros avaliados, na expressão fenotípica de características relacionadas à eficiência alimentar de bovinos da raça Nelore.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico do Rebanho Nelore no Brasil

É reconhecido em registros históricos a presença e a importância da bovinocultura no Brasil desde o tempo colonial. Foi através da pecuária que o Brasil iniciou a expansão de fronteiras utilizando bovinos como forma de meios de locomoção, transportando mercadorias para as construções, e posteriormente, os animais foram utilizados para movimentação de moendas nas usinas de açúcar. E com finalidade de subsistência parte dessa criação era destinada para alimentação e o couro usado para vestimentas. No final do século XIX, a criação de bovinos começou a deixar de ser de subsistência pelo crescente aumento na demanda de animais mais eficientes. Por consequência disso, iniciou-se no início do século XX as primeiras importações de raças zebuínas, foi quando registrou o primeiro grande marco na evolução da pecuária de corte brasileira (SILVA, BOAVENTURA E FIORAVANTI, 2012).

Os primeiros bovinos vindos para o Brasil eram de origem europeia, que por sua vez, sofreram com o tempo a pressão do ambiente, principalmente, com o clima, e como consequências originaram raças diferentes, como destaque o gado Caracu, o Curraleiro (Pé-duro), o Mocho Nacional e o Pantaneiro (SILVA, BOAVENTURA E FIORAVANTI, 2012). Segundo Pereira (2008), estima-se que até o ano de 1962, quando por ordens sanitárias vetaram as importações de animais vivos, 800 mil animais que ingressaram no país eram de origem europeia, e apenas 6.300 mil animais eram Zebus.

Atualmente, o Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, sendo 80% de todo o rebanho formado por influência genética zebuína, principalmente da raça Nelore (PEREIRA, 2012). Diante desse cenário, é possível notar a grande adaptação do Zebu ao ambiente tropical, que a partir de uma população com poucos indivíduos, através de cruzamentos, multiplicou-se, proporcionando alta heterose entre os indivíduos, o que demonstra a importância desse material genético para a pecuária nacional.

Em 2017 foi registrado aproximadamente 221,81 milhões de bovinos, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2018), e de acordo com os dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – USDA (2018), o Brasil é um dos maiores consumidores de carne bovina do mundo, ocupando a terceira posição no

ranking, perdendo apenas para os Estados Unidos e a China, que ocupam as posições de primeiro e segundo lugar, respectivamente. As exportações brasileiras de carne bovina fecharam 2018 com 1,64 milhões de toneladas exportadas, volume 11% acima do registrado em 2017, segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes – ABIEC (2018). Com os números de 2018, o Brasil atingiu o recorde registrando o maior volume de carne já exportada e consolidando a posição de maior exportador mundial do produto. Em receita, o valor alcançou US\$ 6,57 bilhões, crescimento de 7,9% frente ao resultado de 2017 (ABIEC, 2018).

Em 2050 espera-se que a população da Terra atingirá mais de nove bilhões de pessoas (ONU, 2019), em consequência as demandas por alimentos, fibras e bioenergia irão aumentar significativamente. O PIB atual do Brasil em 2018 foi de R\$ 6,8 trilhões e no primeiro trimestre de 2019 R\$ 1,7 trilhões, e possuiu uma taxa de crescimento de 0,9% acumulado em 4 trimestre (IBGE 2018), e R\$ 1,42 trilhões é a fração que representa a influencia do agronegócio na economia brasileira, ou seja 21%. Além disso, é importante ressaltar que dessa fração, 31% do agronegócio é representado pela pecuária, segundo fontes do ABIEC (2018).

Portanto, com o crescimento contínuo da pecuária brasileira, desde os primórdios, a ciência teve e tem seu papel fundamental buscando por animais economicamente mais viáveis. Levando em consideração que a raça Nelore é a base genética do rebanho bovino brasileiro, pesquisadores têm atuado em programas de melhoramento genético estudando inúmeras características econômicas de produção, identificando por animais mais eficientes, sendo que uma delas é a eficiência alimentar.

2.2 Eficiência Alimentar

No cenário atual brasileiro, em tempos de crise financeira, para que os sistemas de produção alcancem a lucratividade máxima deve-se produzir com eficiência. Para isto, pesquisadores têm buscado alternativas para lidar com os novos desafios. A pecuária brasileira tem passado por um processo intenso de mudanças do modelo tradicional extensivo para o modelo intensivo, quebrando paradigmas, e transformando a atividade, deixando aquela visão cultural como modo de vida e passando a adotar técnicas de manejo inovadoras, onde os resultados são mais expressivos economicamente (SANTANA, 2009).

O melhoramento genético animal tem atuado na obtenção de maior lucratividade, por meio da identificação e seleção de animais mais eficientes, comprovando que estes que comem menos e produzem a mesma quantidade de proteína animal são animais economicamente mais viáveis dentro do sistema de produção.

A inclusão de características de eficiência alimentar (EA) nos programas de melhoramento genético de bovinos de corte tem sido sugerida em pesquisas (LANNA E ALMEIDA, 2004). A eficiência propriamente dita é explicada como a relação entre o (*output*) e (*input*), ou seja, o que foi produzido com que foi utilizado para produzir dentro do sistema, respectivamente (MENDES E CAMPOS, 2016). De modo prático, ao se avaliar a eficiência alimentar de um animal, é necessário quantificar o quanto de alimento está sendo fornecido (*input*) para produzir quilos de carne por unidade de área em um determinado tempo (*output*).

A utilização de características de eficiência alimentar como critério de seleção era pouco abordada tanto no Brasil como no mundo, devido, não só às dificuldades em mensurar o consumo individual dos animais, que demanda tempo, mão de obra e gastos, mas também devido à ideia que a seleção para ganho de peso fosse, indiretamente, uma seleção para eficiência alimentar (CAMERON, 1998).

2.3 Medidas de Eficiência Alimentar

Segundo Almeida (2005) cerca de 70% do custo para produção de bovinos de corte é proveniente da alimentação. Dessa forma, observamos a importância de selecionar animais com melhor eficiência alimentar, melhorando a produtividade e reduzindo os custos, sem afetar os índices zootécnicos. Para predizer eficiência alimentar é necessário mensurar características como consumo de alimento e peso vivo do animal. Nesse cenário, algumas medidas de eficiência alimentar vêm sendo utilizadas, entre elas a conversão alimentar (CA), consumo alimentar residual (CAR), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de Kleiber (TK), eficiência parcial de crescimento (EPC), e recentemente o ganho de peso residual (GPR) e o consumo e ganho de peso residual (CGR), permitindo a identificação de animais mais eficientes nos rebanhos.

A taxa de conversão alimentar (CA) é definida pela divisão entre a ingestão de matéria seca diária (IMS) e o ganho de peso diário (GMD): $CA = IMS/GMD$, já a eficiência alimentar bruta (EA) é a razão inversa da conversão alimentar: $EA =$

GMD/IMS. Quando utilizadas em índices de seleção, estas medidas podem ocasionar problemas, particularmente, porque uma das variáveis constituintes é também um índice, como por exemplo, o peso vivo (BERCHIELLI et al. 2011).

Segundo Archer et al. (1999), ambas as características são altamente correlacionadas com o ganho de peso, e se utilizadas como critério de seleção, poderão resultar em um aumento significativo do consumo pelos animais. Porém, ao ajustar o CAR para peso vivo metabólico (PVMM) ele se torna independente dessa característica, onde se selecionar animais mais eficientes para CAR não haverá interferência no crescimento e tamanho adulto do rebanho (CHAVES, 2013).

Uma das medidas atualmente mais utilizada para a identificação de animais eficientes é o consumo alimentar residual (CAR), do inglês *Residual Feed Intake (RFI)*, uma medida calculada por equações de regressão que utilizam o peso vivo metabólico ($PV^{0,75}$), o GMD e a IMS. O CAR é calculado através da diferença do consumo de matéria seca observada (IMS_{obs}) e a ingestão de matéria seca esperada (IMS_{esp}) baseado no peso vivo do animal e no ganho em peso (GOMES et al., 2012), e o peso vivo é estabelecido como peso vivo médio metabólico (PVMM) e é calculado conforme descrito seguir:

$$PVMM = \left(\frac{PVI + PVF}{2} \right)^{0,75}$$

Em que PVI é o peso vivo inicial e PVF é o peso vivo final à Prova de avaliação para eficiência alimentar. As informações de ingestão de matéria seca (IMS_{obs}), ganho médio diário (GMD) e peso vivo metabólico (PVMM) de todos os animais em teste serão utilizados para predição dos coeficientes (β) da equação de regressão linear múltipla, conforme apresentada:

$$IMS = \beta_0 + (\beta_1 \times GMD) + (\beta_2 \times PVMM)$$

Estabelecida a equação, calcula-se a ingestão de matéria seca esperada (IMS_{esp}) para cada animal. Em seguida, o cálculo do CAR (em kg) é dado por:

$$CAR = IMS_{obs} - IMS_{esp}$$

O Ganho de Peso Residual (GPR), assim como o CAR, é estimado pela diferença entre o ganho médio de peso diário e o ganho de peso diário esperado. Calculado com base no consumo de matéria seca e no peso vivo metabólico ($PV^{0,75}$) utilizando regressão linear múltipla, e a sua unidade é dada em quilos ganhos por dia (GPR = GMD observado – GMD estimado). Segundo Mercadante e Grion (2013) os

valores maiores são favoráveis, indicando que o animal teve um ganho de peso maior do que o esperado, tendo uma maior eficiência alimentar.

De forma semelhante as demais medidas de eficiência, Berry e Crowley (2012) propuseram a medida de eficiência chamada consumo e ganho residuais (CGR), que é calculada por meio da soma do CAR e GPR. Esta medida foi desenvolvida com o intuito de corrigir as limitações apresentadas por tais índices de eficiência, como a baixa correlação fenotípica do CAR com ganho de peso e do GPR com consumo de matéria seca, priorizando assim, animais de menor consumo e crescimento mais acelerado.

Outra medida de eficiência alimentar utilizada é a Eficiência Parcial de Crescimento (EPC), é calculada como sendo a razão entre o ganho de peso médio diário e a diferença entre o consumo de matéria seca médio diário necessário à manutenção do animal (ARTHUR *et al.*, 2001b). Animais que apresentam maior índice de EPC apresentam um ganho de peso médio diário maior com menor ingestão de matéria seca, ou seja, são mais eficientes.

Estudiosos sugeriram medidas indiretas de eficiência, sem o registro de consumo de matéria seca. Kleiber (1936) propôs a característica de taxa de Kleiber (TK), resultante da razão entre ganho médio diário e peso vivo metabólico, ou seja, ganho de peso proporcional a cada quilo (Kg) de peso metabólico, assim, valores maiores são favoráveis. Outra medida indireta de eficiência alimentar proposta foi a taxa de crescimento relativo (TCR) definida como a razão da diferença do logaritmo do peso final e do logaritmo do peso inicial pelos dias em teste, isto é, potencial de crescimento relativo à maturidade, valores maiores são favoráveis, sendo assim, o animal com ganho em grau de maturidade em um determinado período de tempo seria mais eficiente (FITZHUGH JR. e TAYLOR, 1971).

2.3.1 *Consumo Alimentar Residual*

Estudo de Byerly (1941) afirmou que indivíduos consomem quantidades diferentes de alimento para atingir o mesmo nível de produção, inclusive em condições de mesmo peso vivo. Koch (1963) reforçou a ideia, reconhecendo que os *outputs* peso e ganho de peso, afetavam o consumo. Desta forma, os autores defendiam que o fornecimento de alimento deveria ser ajustado de acordo com o peso vivo e ganho de peso diário previsto para o nível de produção e manutenção do indivíduo, considerando uma fração residual importante para identificar os animais que tenham o consumo

diferente do esperado, denominando esta nova característica de consumo alimentar residual (CAR).

Segundo Ribeiro (2019), até o início da década de 90 a teoria proposta por Byerly e Koch ficou sem avanços, somente em 1993 a 2000, as empresas Australianas de pesquisa Trangie e Beef CRC, avaliaram o CAR de 3.000 animais, ambos os sexos e de raças tropicais e temperadas, concluindo que a característica apresentava grande variabilidade genética. No mesmo período, os pesquisadores John Basarab e Don Milligen, em parceria com a empresa canadense *GrowSafe*, iniciaram os estudos medindo o consumo individual de alimento eletronicamente dos animais em confinamento.

O CAR como medida de eficiência alimentar apresenta grande vantagem porque é uma característica de seleção que permite identificar animais com diferentes exigências nutricionais. Por meio da observação é possível estimar e classificar os animais de um mesmo grupo contemporâneo, além de ter grande impacto na redução nos custos de produção (FARJALLA, 2010). Animais eficientes são aqueles que têm um consumo inferior ao esperado e mantem o crescimento, em contra partida, os que consomem mais do que o estimado para manter e crescer são considerados ineficientes no sistema de produção. Portanto, indivíduos eficientes apresentam CAR negativo e tem um consumo observado menor que o estimado, ao contrário dos menos eficientes que tem CAR positivo e um consumo observado maior que o estimado (CLARO et al., 2011).

Na literatura, vários estudos encontraram valores moderados da estimativa de herdabilidade para CAR. Tais estimativas foram de 0,18, informada por Robinson e Oddy (2004), $0,42 \pm 0,15$, relatada por Nkrumah et al. (2007) e 0,15, relatada por Renand et al (2010). Del claro et al. (2012) obtiveram valores de média não ponderada \pm erro-padrão de $0,29 \pm 0,127$ para estimativa combinada de herdabilidade de CAR através de meta-análise de 22 trabalhos científicos provenientes de oito países publicados entre 1963 e 2011.

A seleção para CAR segue o objetivo básico do melhoramento genético, ou seja, aumentar a proporção de genótipos desejáveis em uma população. Portanto, em geral, a seleção para essa característica, produz animais que ingerem menos matéria seca com desempenho semelhante ou superior e com gordura subcutânea menos abundante, comparado aos animais de CAR positivo, além de ter melhor conversão alimentar

($r=0,43$ a $r=0,75$) em sistema de regime alimenta em confinamento (ARCHER et al., 1997; ARTHUR et al., 2001; HERD et al., 2004b; RICHARDSON et al., 2004).

Estudos de Basarab *et al.* (2003) encontraram que animais que apresentam valores negativos para CAR, ou seja, os mais eficientes ingerem menos alimento que o esperado em virtude da menor necessidade de nutrientes para sua manutenção e taxa de crescimento, sem que haja interferência tanto no peso adulto quanto no ganho de peso ao selecionar esses animais.

Zorzi (2011), em um estudo conduzido em São Paulo no Instituto de Zootecnia com 59 touros Nelore, não encontrou diferenças para o peso corporal ao abate, ganho de peso médio diário, peso de corpo vazio, gordura subcutânea, gordura na garupa e área de olho de lombo entre as classes alto e baixo consumo alimentar residual, no entanto os animais mais eficientes tiveram um menor consumo de matéria seca. Outros autores (Bonilha et al., 2009; Gomes, 2009) não encontraram diferenças entre espessura de gordura subcutânea e área de olho de lombo conforme as diferentes classes de CAR.

Em sistema de pastejo, estudos com metodologias semelhantes de seleção para CAR, obtiveram os resultados a partir de touros com valor genético predito para o CAR de -1,00 kg de MS/dia e que tiveram suas progênes avaliadas e comprovaram que tiveram um ganho de peso maior de 20%, com CAR e conversão menor que dos pais, sendo 26%, e de 25% a 41%, respectivamente (HERD et al., 2002; HERD et al., 2004).

Fatores como a quantidade e o tipo de alimento consumido, raça, condições ambientais, sexo e idade, são conhecidos por contribuir na variação para eficiência alimentar dos animais (MAGNANI et al., 2013). As variações do consumo alimentar residual podem ser, em partes, explicadas também pela digestibilidade dos nutrientes pelos animais. As diferenças no comportamento ingestivo não são causa de variação entre as classes, mas sim consequência das diferenças no consumo de alimentos pelos animais. Estes resultados fornecem dados para novos estudos sobre as fontes de variações biológicas do CAR em bovinos de corte (MAGNANI et al., 2013).

Com base no estudo conduzido por Herd, Oddy e Richardson (2004), Mendes e Campos (2016) afirmaram que 66% da variação do CAR ainda são desconhecidas em bovinos de corte. Os resultados desse estudo foram que 10%, 9%, 5% e 10% da variação observada é influenciadas pela digestão, pelo incremento calórico, pela composição corporal e de diferenças de atividade física, respectivamente. De acordo com esses autores, essa variação pode estar diretamente correlacionada com os

processos biológico do trato gastrointestinal e requerimento de manutenção dos bovinos, como a exigência de energia para bombeamento de prótons na mitocôndria, turnover proteico e bombeamento de íons, reforçando os resultados propostos por Lobley et al., (1980).

Em outro estudo foi encontrado que a digestibilidade foi negativamente correlacionada com o CAR ($r = -0,44$), indicando que animais que possuem baixo CAR possuem maior digestibilidade (RICHARDSON et al., 1996). Conhecer como o processo metabólico, sabendo se há variabilidade individual, auxilia encontrar novas tecnologias metabólicas, nutricionais e imunológicas para estudar o CAR dos bovinos em diferentes fases de produção, como por exemplo, em confinamento (SANTANA et al., 2014).

Em outro estudo, Santana et al. (2012) afirmaram que a provável menor deposição de gordura na carcaça de animais com CAR negativo sugere que a seleção para melhorar o CAR resultaria em animais com menores reservas corporais. Considerando matrizes, essas reservas são importantes para a manutenção, ainda mais quando criadas em regiões tropicais que são submetidas a sazonalidade de qualidade e disponibilidade de forragem, dessa maneira essa categoria poderia ser afetada negativamente e resultar em menores taxas reprodutivas do rebanho.

Entretanto, animais destinados ao abate, que possuem menor taxa de deposição de gordura subcutânea corporal, hipoteticamente, atingem acabamento mínimo de gordura mais tarde, tendo que manter-se mais tempo em dietas para terminação, consequentemente, aumentando custos com alimentação e maiores custos no sistema de produção (LEME e GOMES, 2007).

2.4 Histórico da Avaliação para Eficiência Alimentar no Brasil e no Mundo

Nas décadas passadas, no Brasil, os principais programas de melhoramento genético de bovinos, principalmente de Nelore, deram pouca atenção para a quantidade de alimento que o animal ingeria para produzir, como critério de seleção. No princípio, os programas visavam às características de produção diretamente medidas, como peso vivo em diferentes idades, fertilidade e, há pouco tempo, características relacionadas a qualidade de carcaça, que são características de fácil coleta de dados e com custo operacional relativamente baixo (PEREIRA, 2012).

Principalmente por esses aspectos, a avaliação da eficiência alimentar na pecuária foi sendo adiada, diferentemente do que aconteceu nos programas de melhoramento genético de aves e suínos, onde a mensuração da ingestão é mais fácil por se tratar de sistemas de produção onde os animais ficam durante todo o ciclo em confinamento, e por isso, pela representação que a alimentação tem nos custos totais na produção dessas espécies (SANTANA, 2009).

Os primeiros trabalhos sobre genética de aves no Brasil foram iniciados na década de 1950. Trabalhos pioneiros de cruzamentos envolvendo as raças Cornish Branca, New Hampshire e Plymouth Rock Branca, com o objetivo de se obterem frangos mais precoces, resistentes e eficientes e com melhor conformação de que os de raça pura, também foram iniciados nesta década na estação Experimental de Pindamonhangaba, SP (EUCLIDES FILHO, 1999). Com esse investimento, grandes avanços foram e vêm sendo conseguidos nas características produtivas, tais como: redução da idade ao abate, melhora na conversão alimentar, aumento do peso de abate, do rendimento de carcaça e de cortes nobres, entre outros, trazendo como resultado a redução nos custos de produção (LEDUR et al., 2011).

O melhoramento genético em suínos, no Brasil, teve início na década de 1970, a partir da importação de animais da Europa e da América do Norte e foram criadas as Estações de Testes de Reprodutores Suínos (ETRS) pela Associação Brasileira de Criadores de Suínos (ABCS). A partir da década de 1980, as ETRS tornaram-se obsoletas e passou-se a dar mais ênfase ao Teste de Granja (TG), que consistia na avaliação de machos e fêmeas, no próprio rebanho em que nasciam, no que se refere às características ganho de peso diário, do nascimento aos 154 dias de idade, e espessura de toucinho aos 154 dias de idade (LOPES et al., 2004). Ainda na década de 1980, Irgang e Protas (1986) observaram que suínos mestiços de Landrace e Large White apresentaram 770g de crescimento médio diário, dos 25 aos 100 kg de peso vivo, enquanto em suínos mestiços criados em 1996 observaram 855g de crescimento diário, em média, dos 20 aos 100 kg de peso vivo (IRGANG et al. 1997).

Diante do grande avanço e dos significativos retornos que a eficiência alimentar trouxe para o setor e aves e suínos, o cenário para bovinocultura de corte tem mudado nesta década, e pesquisadores tem realizado estudos em parcerias com fazendas privadas no intuito de conhecer melhor sobre a eficiência alimentar dos bovinos e o impacto da seleção para tal característica.

2.5 Avaliação Genética

De acordo com Pereira (2012), o melhoramento genético animal, por meio das alterações genéticas entre populações, tem por objetivo aumentar a frequência de genes (ou alelos) e de genótipos desejáveis para a produção animal. E para isso, a seleção e os métodos de acasalamento são duas ferramentas primordiais.

O mérito genético dos animais não é possível de ser conhecido biologicamente, por isso, é predito, a partir de análises estatísticas dos valores medidos (fenotípicos) diretamente nos animais, com o auxílio da informática. O procedimento padrão de avaliação genética é o BLUP sob modelo animal, tendo como resultado a DEP (Resende et al. 1999).

Para que o melhoramento genético animal seja bem sucedido é necessário a predição dos valores genético dos animais através do método BLUP (melhor predição linear não viciada) elaborado por Henderson em 1949 e denotado formalmente em 1973 (HENDERSON, 1973; 1984). O BLUP associado ao modelo animal tornou-se o procedimento padrão de avaliação genética em bovinos de leite, bovinos de corte, ovinos e suínos, permitindo a divulgação periódica de avaliações nacionais de touros (BRASIL, 1989). Na descrição do procedimento BLUP faz-se necessário a descrição do modelo misto (constituído por efeitos fixos e aleatórios) associado aos dados experimentais. Conforme HENDERSON (1949; 1950; 1973; 1984;), modelo a seguir:

$$y = X\beta + Za + e$$

Em que, y : vetor de observações; β : vetor dos efeitos fixo (efeitos de ambiente); a : vetor dos efeitos aleatórios que representam os valores genéticos aditivos diretos de cada animal; e : o vetor de efeitos aleatórios residuais, e X e Z são as matrizes de incidência que relacionam as observações aos efeitos fixos e ao efeito aleatório genético aditivo, respectivamente.

Os valores genéticos preditos referem-se à avaliação do somatório dos efeitos médios dos alelos que o animal possui (FALCONER, 1989). Portanto, os animais transmitem às suas progênes apenas metade dos valores genéticos, denominado diferença esperada na progênie (DEP), permitindo que seja feitas comparações na diferença esperada na performance da progênie de um animal com a performance média das progênes de todos os animais em avaliação. No entanto, esses valores genéticos preditos através das equações não representam os valores genéticos verdadeiros dos animais, entretanto é possível saber qual a relação dos valores preditos e os verdadeiros,

através da acurácia. Ou seja, quanto maior a acurácia significa que maior é a relação e na avaliação e no valor genético predito deste animal (VAN VLECK et al., 1987).

O cálculo da DEP, portanto, permite que a avaliação do valor genético aditivo dos animais para as características de interesse econômico, e diante do modelo matemático tira qualquer influencia sob o resultado, se tornando uma ferramenta de seleção genética confiável (PEREIRA, 2012).

2.6 Programas de Seleção para CAR no Brasil

2.6.1 Instituto de Zootecnia

O Instituto de Zootecnia (IZ) atua na área de pesquisa animal a mais de cem anos, fundado em 15 de julho de 1905, é pioneiro a nível mundial na pesquisa científica com bovinos da raça Nelore. O IZ pertence à Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, vinculados à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo e possui unidades nos municípios de Sertãozinho (SP), Nova Odessa (SP) e em Americana (SP) onde uma equipe de Pós-Doutores, Doutores e Mestres trabalham com grande esforço no aprimoramento da produção animal (IZ, 2019).

O IZ desenvolve pesquisas científicas com bovinos desde a década de 50, sempre de caráter pioneiro e fomentado por tecnologia de ponta. O mais recente avanço nas pesquisas foi implantado no Centro de Bovinos de Corte, em Sertãozinho (SP), e financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) através do Projeto temático “Ferramentas genômicas no melhoramento genético de características de importância econômica direta em bovinos da raça Nelore” sob coordenação da Prof. Dra. Lúcia Galvão de Albuquerque da UNESP-Jaboticabal (IZ, 2019).

O IZ teve o primeiro rebanho selecionado para CAR, sendo que em 2005, foram identificados os primeiros animais positivos e negativos para esta característica. Em 2008 iniciou a seleção promovendo os acasalamentos de machos e fêmeas avaliados para CAR, em 2010 nasceram as primeiras progênes dos acasalamentos sendo avaliados na Prova de Ganho de Peso do IZ (IZ, 2019).

No ano de 2012, depois de obter 800 animais avaliados no total, a entidade divulgou pela primeira vez o Sumário de Touros reprodutores da raça Nelore com os animais melhores avaliados para CAR, registrando um marco histórico para as raças

zebuínas, visto que a maioria dos estudos divulgados para tal característica é com animais taurinos (IZ, 2019).

2.6.2 *Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores*

A Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP) foi fundada em abril de 1988, quando iniciou Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN), atualmente conhecido como Programa Nelore Brasil.

É um programa moderno de seleção que atua a 30 anos inovando e melhorando os modelos de avaliação genética. Foi pioneiro na mensuração da circunferência escrotal (CE) e características de carcaça avaliadas por ultrassonografia, como critérios de seleção para raça Nelore (Lobô e Faria, 2008). Além dessas características, em 2017 a ANCP foi a segunda entidade no Brasil a publicar DEPs para CAR e ingestão de matéria seca (IMS), o Rancho da Matinha e Universidade Federal de Uberlândia são parceiros que trabalham na coleta de dados por meio das Provas de Desempenho de Touros Jovens.

2.6.3 *Rancho da Matinha*

A Fazenda Rancho da Matinha iniciou as atividades na pecuária de corte em 1976, quando o Sr. Luciano Borges Ribeiro adquiriu pequenas glebas de terra e no decorrer de nove anos totalizou uma área de 1.200 ha onde eram exploradas as atividades de recria e engorda. Neste mesmo momento começavam os primeiros investimentos com melhoramento genético animal com a raça Nelore, iniciando participação no antigo programa da USP, hoje ANCP.

Segundo informações disponíveis no site oficial da fazenda, em 1997, a fazenda já se consolidava com um rebanho com alto nível morfológico e que apresentavam ótimos resultados produtivos e reprodutivos, tendo como principal característica econômica precocidade reprodutiva de machos e fêmeas. No ano seguinte, durante a estação de monta estabeleceram o primeiro desafio, de prenhez precoce para novilhas de 12 a 14 meses onde obtiveram resultado de 6%, o início de um trabalho bem feito que reflete nos resultados atuais, registrando taxas acima de 80%. Em 2002, a fim de obter maior eficiência na seleção para acabamento de carcaça, passaram a utilizar a tecnologia de ultrassonografia para mensuração da espessura de gordura.

É notório que o Rancho da Matinha sempre teve uma visão revolucionária e pioneira, por consequência, é referência brasileira em melhoramento genético pela seleção para fertilidade, crescimento, temperamento, rendimento e terminação de carcaça.

Além dessas características, em 2009, no intuito de diminuir o custo de produção, diminuindo a oferta de alimento que representa o maior custo de produção na pecuária de corte, mantendo e até mesmo aumentando o rebanho, iniciaram a busca pela eficiência alimentar, então procuraram o Dr. Gordon Carstens, PhD professor de nutrição animal de Texas A&M University (RIBEIRO, 2019).

Em 2010, a Fazenda Rancho da Matinha adquiriu dois conjuntos do sistema de cochos eletrônicos *Growsafe*®, com capacidade de avaliar até 150 animais por teste, composto por cochos eletrônicos com antenas capazes de detectar presença do animal, e com balanças capazes de contabilizar a entrada e saída de alimentos, bem como, os horários de frequência dos animais no cocho e os dados são enviados via internet ao *Growsafe System*® empresa canadense fabricante e responsável pela leitura dos dados (RIBEIRO, 2019).

No primeiro semestre de 2011 os testes foram iniciados, obtendo os primeiros resultados do consumo alimentar no segundo semestre de 2011, e desenvolveu o primeiro índice econômico de seleção da raça Nelore, consolidando em 2012, o “Índice Real Matinha” foi criado para orientar o trabalho feito pela fazenda de acordo com a seleção para CAR (RIBEIRO, 2019).

As avaliações vêm sendo realizadas em grupos de animais contemporâneos, buscando identificar os animais mais eficientes em ambos os sexos, ou seja, animais submetidos às mesmas condições de ambientes, e características uniformes, o que permite alta confiabilidade dos dados obtidos. Alguns resultados fornecidos pelo proprietário da fazenda aponta que com 2.788 avaliados mostrou significativa variabilidade genética, indicando viabilidade de progresso para a característica (RIBEIRO, 2019).

Assim, de acordo com informações disponíveis no site oficial, a Fazenda Rancho da Matinha, espera-se aumentar em até 20% o manejo de matrizes em dez anos de seleção, sem aumentar área de pastagens e qualquer custo com nutrição, com isso possui o grande propósito de promover melhoramento genético da raça Nelore de forma consistente e contínua, contribuindo com a pecuária e o agronegócio brasileiro,

desempenhando melhor resultado econômico para os criadores, clientes e parceiros da genética Rancho da Matinha (RIBEIRO, 2019).

2.6.4 Universidade Federal de Uberlândia

Em 2012, iniciou-se, na fazenda experimental Capim Branco, o projeto intitulado “*Avaliação Genética para Eficiência Alimentar de Bovinos de Corte utilizando o Sistema Growsafe®*” com o apoio financeiro da FAPEMIG, CNPq e PROPP/UFU. Com o desenvolvimento desse projeto, constituiu-se o centro de avaliação genética para eficiência alimentar de bovinos de corte, sendo avaliados desde 2014, mais de 350 animais das raças Nelore, Brahman e Senepol. Os dados gerados permitiram a identificação de touros geneticamente superiores para o CAR. Tais informações também compõem o banco de dados da ANCP, para geração de Sumário de Touros.

2.7 Importância econômica da seleção de animais eficientes

A sustentabilidade da carne brasileira vem ganhando representatividade desde o ano 1990, a produtividade aumentou 146%, aumentando de 1,63@/ha/ano para 4,01@/ha/ano, influenciando na redução do desmatamento, 235 milhões de hectares foram preservados (ABIEC, 2017). Nos últimos vinte e sete anos o Brasil reduziu a área ocupada com o gado e, ao mesmo tempo, aumentou a produção de carne. Esses resultados só foram possíveis devido à otimização do sistema de produção, em consequência do avanço da tecnologia no campo, das pesquisas responsáveis em identificar os cenários mais adequados para produzir com qualidade, sustentabilidade, lucratividade, e que atenda os requisitos do consumidor atual.

A cadeia agroindustrial da carne bovina é composta por um conjunto de elos que são dependentes, como a indústria de insumos, produção nas fazendas de criação, estabelecimentos de abate e processamento, distribuição da carne e subprodutos e o consumidor. O pecuarista é considerado o elo mais frágil dessa cadeia, porque seu produto final, a arroba, é uma *commodity* agrícola cujo preço é cotado diariamente pela Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F), e é influenciado diretamente pela Lei da Oferta e da Procura (Demanda), ou seja, o produtor não coloca preço em sua mercadoria.

Entretanto, de acordo com Lopes e Carvalho (2002) analisar a viabilidade econômica da pecuária e fazer um planejamento de produção localizando os pontos de estrangulamento, o empresário rural consegue obter mais sucesso na sua atividade, atingindo os objetivos de maximização da lucratividade, em consequência da minimização dos custos de produção variáveis.

Diante disso, além do planejamento econômico, o melhoramento genético animal, é mais uma ferramenta que traz maior retorno econômico dentro do sistema de produção, quando se seleciona os animais superiores e destinam para reprodução, realizando os acasalamentos dirigidos. Conhecer as características econômicas é fundamental para a definição de objetivos e critérios de seleção de um rebanho.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo utilizou dados de eficiência alimentar, obtidos no ano de 2018, na Fazenda Rancho da Matinha, localizada no município de Uberaba, Minas Gerais, em que foram avaliados 289 bovinos da raça Nelore, machos e fêmeas, participantes de duas Provas de Eficiência Alimentar. Na Prova de EA de fêmeas, utilizou dados de 143 animais, filhas de 11 touros, com idade média de 18 meses, peso médio inicial de 448 kg, submetidas a uma dieta composta por 75,3% de volumoso e 24,7% de concentrado, média de 41,54% de matéria seca (MS). Na Prova de EA de machos, utilizou dados de 146 animais, filhos de 24 touros, com idade média de 10 meses, peso médio inicial de 318 kg, submetidos a uma dieta composta por 82,7% de volumoso e 17,3% de concentrado com média de 36,93% de matéria seca (MS).

As Provas foram realizadas em regime de confinamento, com duração de 84 dias, sendo que os 14 primeiros dias foram de adaptação dos animais a dieta e ao sistema, onde os animais tem acesso nos primeiros dias em grupo até que as barras sejam fechadas, permitindo que somente um animal entre por vez para se alimentar. Esse período de adaptação se faz necessário para minimizar as diferenças de desempenho entre os animais, em virtude da mudança de dieta e do tipo de fornecimento de alimento, sendo que antes os animais estavam em regime de pastagem.

As mensurações de peso ocorreram em intervalos de 14 dias e o consumo alimentar individual foi mensurado diariamente por meio do Sistema Growsafe®. Os animais caracterizaram dentro de cada Prova um grupo de contemporâneos, ou seja,

submetidos às mesmas condições de ambiente. A estatística descritiva das informações mensuradas nas provas de eficiência alimentar é apresentada na Tabela 1.

As características produtivas avaliadas nesse trabalho contemplaram as informações de consumo alimentar residual (CAR) e ingestão de matéria seca (IMS). Para verificar a contribuição do componente genético no desempenho produtivo dos animais avaliados, foram verificadas as predições das DEP's dos touros (pais dos animais em avaliação), fornecidas pela Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP).

Os grupos genéticos ou classes de DEPs para as característica de Consumo Alimentar Residual foram definidos, conforme descrito a seguir: (a) DCAR do pai do animal, para a característica avaliada (CAR), menor ou igual a $-0,09 \text{ kg MS/dia}^{-1}$ (Classe 1), sendo considerados como progênies de pais mais eficientes (DCAR negativo); (b) DCAR do pai do animal, para a característica avaliada (CAR), de $-0,09 \text{ kg MS/dia}^{-1}$ a $0,04 \text{ kg MS/dia}^{-1}$ (Classe 2), sendo considerados como progênies de pais medianos para eficiência alimentar (DCAR próximo a zero); e DCAR do pai do animal, para a característica avaliada (CAR), maior ou igual a $0,04 \text{ kg MS/dia}^{-1}$ (Classe 3), sendo considerados progênies de pais menos eficientes (DCAR positivo).

Os grupos genéticos ou classes de DEPs para a característica de ingestão de matéria seca (IMS) foram definidos conforme descrito a seguir: (a) DIMS do pai do animal, para a característica avaliada (IMS), menor ou igual a $0,03 \text{ kg MS/dia}^{-1}$ (Classe 1), sendo considerados progênies de pais com menor consumo de alimento (DIMS com valores menores); (b) DIMS do pai do animal, para a característica avaliada (IMS), de $-0,03 \text{ kg MS/dia}^{-1}$ a $0,12 \text{ kg MS/dia}^{-1}$ (Classe 2), sendo considerados progênies de pais medianos para o consumo de alimento (DIMS próximo a zero); e DIMS do pai do animal, para a característica avaliada (IMS), maior ou igual a $0,12 \text{ kg MS/dia}^{-1}$ (Classe 3), sendo considerados progênies de pais com maior consumo de alimento (DIMS com valores maiores).

Adicionalmente, foram realizadas análises econômicas a partir das médias fenotípicas do consumo alimentar residual e da ingestão de matéria seca das fêmeas e dos machos avaliados em diferentes classes, utilizando-se de informações atualizadas de mercado e os custos com a alimentação do próprio estudo.

Tabela 1. Análise descritiva das características de idade ao início do confinamento (idade inicial), peso inicial, peso final, ganho médio diário (GMD), ingestão de matéria seca (IMS) e o consumo alimentar residual (CAR) de machos e fêmeas da raça Nelore.

Característica	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
LOTE FÊMEAS				
Idade inicial (Dias)	535,252	35,680	456,000	582,000
Peso inicial (Kg)	448,343	41,252	342,000	556,000
Peso final (Kg)	533,014	47,099	418,000	662,000
GMD (Kg.d ⁻¹)	1,328	0,235	0,547	1,976
IMS (Kg MS.d ⁻¹)	8,124	1,210	3,705	10,770
CAR (Kg MS.d ⁻¹)	0,000	1,053	-3,779	2,421
LOTE MACHOS				
Idade inicial (Dias)	302,555	19,986	258,000	345,000
Peso inicial (Kg)	318,683	42,635	235,000	417,000
Peso final (Kg)	386,793	47,006	253,000	510,000
GMD (Kg.d ⁻¹)	0,959	0,195	0,171	1,349
IMS (Kg MS.d ⁻¹)	7,321	0,865	5,301	9,565
CAR (Kg MS.d ⁻¹)	0,000	0,662	-2,280	1,962

As análises descritivas, formatações dos arquivos, preparação dos dados, avaliação das distribuições das observações e análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa SAS (SAS, 2004). Assim, para verificar os efeitos dos grupos genéticos dos pais (classes de DEPs dos pais dos animais da Prova) sobre o desempenho dos filhos (CAR e IMS), foram realizadas as análises de variância (ANOVA) utilizando-se o método dos quadrados mínimos, por meio do procedimento GLM (*General Linear Model*) do SAS (SAS, 2004), em que o modelo estatístico é apresentado a seguir:

$$Y_{ij} = \mu + S_i + e_{ij}$$

Em que: Y_{ij} = valor observado (características fenotípicas CAR e IMS); μ = média geral da característica fenotípica; S_i = efeito do grupo genético (classes de DEPs dos pais dos animais da Prova) para a característica fenotípica em questão (CAR, IMS); e e_{ij} = vetor de efeitos residuais. A comparação de médias foi realizada pelo teste de *Tukey*, sendo considerada como, diferença estatística significativa, quando $P \leq 0,05$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 é apresentada a média fenotípica do consumo alimentar residual (CAR) e ingestão de matéria seca (IMS) tanto para machos quanto para fêmeas jovens de acordo com as classes ou grupos genéticos (DCAR e DIMS) dos touros, pais dessa geração. Observou-se que no lote de fêmeas teve uma diferença significativa de CAR ($0,376 \text{ kg MS/dia}^{-1}$ a $-0,403 \text{ kg MS/dia}^{-1}$) e de IMS ($8,748 \text{ kg MS/dia}^{-1}$ a $7,969 \text{ kg MS/dia}^{-1}$), mostrando que animais, filhos de touros da classe 1 (mais eficientes) consumiram menos matéria seca (MS) que os da classe 3 (menos eficientes). No lote de machos, também observa-se uma diferença significativa de CAR ($0,273 \text{ kg MS/dia}^{-1}$ a $-0,243 \text{ kg MS/dia}^{-1}$) e de IMS ($7,679 \text{ kg MS/dia}^{-1}$ a $7,230 \text{ kg MS/dia}^{-1}$), entre as classes 1 e 3, sendo que os animais filhos de touros da classe 1 (mais eficientes) consumiram menos MS que os da classe 3 (menos eficientes), considerando as mesmas condições de ambiente, ou seja, a comparação foi feita no mesmo lote ou grupo de animais contemporâneos.

Tabela 2. Médias fenotípicas do consumo alimentar residual (CAR) e da ingestão de matéria seca (IMS) para fêmeas e machos jovens da raça Nelore em relação às classes ou grupos genéticos de acordo com as DEPs (DCAR e DIMS) dos pais (touros).

Categoria	N Progênie	Média
LOTE FÊMEAS		
CAR		
Classe 1 - Pai/Touro com $DEP \leq -0,09$	45	$-0,403^a$
Classe 2 - Pai/Touro com $DEP > -0,09$ e $< 0,04$	45	$-0,039^{ab}$
Classe 3 - Pai/Touro com $DEP \geq 0,04$	53	$0,376^b$
IMS		
Classe 1 - Pai/Touro com $DEP \leq 0,03$	103	$7,969^a$
Classe 2 - Pai/Touro com $DEP > -0,03$ e $< 0,12$	14	$8,095^{ab}$
Classe 3 - Pai/Touro com $DEP \geq 0,12$	26	$8,748^b$
LOTE MACHOS		
CAR		
Classe 1 - Pai/Touro com $DEP \leq -0,09$	32	$-0,243^a$
Classe 2 - Pai/Touro com $DEP > -0,09$ e $< 0,04$	102	$0,044^b$
Classe 3 - Pai/Touro com $DEP \geq 0,04$	12	$0,273^c$
IMS		
Classe 1 - Pai/Touro com $DEP \leq 0,03$	59	$7,230^a$
Classe 2 - Pai/Touro com $DEP > -0,03$ e $< 0,12$	59	$7,240^a$
Classe 3 - Pai/Touro com $DEP \geq 0,12$	28	$7,679^b$

Médias com letras diferentes, na coluna, diferem entre si a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

Dessa forma, pode-se inferir que ao considerar as DEPs negativas para CAR e IMS na seleção dos touros para reprodução, observa-se a melhoria da eficiência alimentar das progênes, indicando que tais características obtêm expressivo progresso genético com a seleção direta.

Poucos estudos verificaram respostas diretas à seleção para a característica consumo alimentar residual (CAR) em bovinos de corte. Entretanto, os de Arthur et al. (2001) corroboram com os resultados obtidos nesse estudo. Os autores verificaram que as progênes de animais mais eficientes quanto ao CAR obtiveram peso vivo aos 450 dias (P450) e ganho médio diário (GMD) semelhante às progênes de pais com alto CAR, no entanto, as progênes de pais classificados em CAR negativo apresentaram 11,3 % de redução de ingestão de alimentos, além de conversão alimentar (CA) melhor do que as progênes dos pais menos eficientes, resultando em uma redução de 15% de alimento por quilo de ganho em apenas duas gerações.

Resultados similares também foram observados por Freitas Neto (2013) que, ao avaliar 119 touros da raça Nelore, verificou que os animais de baixo CAR apresentaram consumo 16% menor ($P < 0,001$) que os animais de alto CAR e 10% menor que os animais com médio CAR. Neste mesmo estudo, não houve diferença ($P > 0,05$) para área de olho lombo (AOL) e espessura de gordura na costela (EG), mas houve diferença ($P < 0,05$) para espessura de gordura na garupa (EGG) entre os grupos avaliados, fato que pode ser explicado pela deposição tardia dos animais mais eficientes.

Verifica-se na Tabela 2 que ocorreram diferenças estatísticas, somente, entre as médias fenotípicas de CAR e IMS para os grupos genéticos ou classes de DEPs 1 e 3. Esses resultados mostram que os ganhos genéticos serão expressivos quando, ao considerar uma população com pouca ou nenhuma seleção direta para tais características, se praticar uma alta pressão seleção para reprodutores por meio das DEPs para CAR e IMS (DEPs negativas e menores são favoráveis).

Deve-se ressaltar que os dados utilizados nesse estudo, são provenientes de um rebanho que considera a eficiência alimentar como objetivo de seleção, desde o ano de 2011. Dessa forma, as diferenças fenotípicas entre os grupos ou classes de DEPs mais (classe 1) e menos eficientes (classe 3) foram menores do que o esperado. Lanna e Almeida (2004) verificaram amplitudes maiores entre as classes de CAR (2,0 kg MS/dia⁻¹ a -1,6 kg MS/dia⁻¹) e a IMS (12,9 kg MS/dia⁻¹ a 9,3 kg MS/dia⁻¹), em um rebanho bovino Nelore sem seleção direta para características relacionadas à eficiência alimentar.

Para verificar a importância da seleção por meio das DEPs, Faria et al. (2017) avaliaram 51 bovinos da raça Nelore, em que as características em estudo foram: peso aos 365 (P365, kg) e 450 (P450, kg) dias de idade; perímetro escrotal aos 365 (PE365, cm) e 450 (P450, cm) dias de idade; área de olho de lombo (AOL, cm²) e acabamento (ACAB, mm) e obtiveram resultados significativos comparando as classes de DEPs dos pais para todas as características avaliadas. Os autores concluíram também que ao utilizar animais selecionados a partir dos valores genéticos preditos dos pais observaram-se o aumento do desempenho das progênes, conforme observado nesse estudo para eficiência alimentar.

Dessa forma, esse estudo mostrou que os animais, filhos de touros eficientes, tendem a apresentar o melhor desempenho para eficiência alimentar, comprovando que o uso de touros com DEPs desejáveis para as características de interesse, resultará em progênes superiores, e que a DEP é um recurso seguro na escolha de animais, visando à obtenção de maior resposta de seleção no rebanho. Este resultado é coerente com os apresentados por CANEDO et al., (2010a e 2010b) e MAGNABOSCO et al., (2005) que ao estudarem outras características zootécnicas chegaram à mesma conclusão, o que reforça ainda mais a importância de consultar DEPs de touros melhoradores, de acordo com o objetivo de seleção.

Diante desses resultados, pode-se concluir que há grande variabilidade genética para as características relacionadas à eficiência alimentar e que a seleção para CAR e IMS levará a um aumento significativo da eficiência alimentar nos rebanhos da raça Nelore.

Adicionalmente ao estudo, foram realizadas análises econômicas a partir das médias fenotípicas do consumo alimentar residual (CAR) e da ingestão de matéria seca (IMS) das fêmeas e dos machos jovens da raça Nelore avaliados anteriormente em diferentes classes, de acordo com as DEPs dos pais (TABELA 3 e 4).

Foram encontrados valores percentuais de gastos excedentes da classe mais eficiente para a classe menos eficiente de 9,78% para o grupo fêmeas (TABELA 3) e 6,21% para o grupo machos (TABELA 4). Já em relação a classe intermediária, foi encontrado percentuais menores (1,58% e 0,14%, respectivamente), uma vez que o consumo médio, em relação a classe mais eficiente, possuía valores mais próximos.

Ressalto ainda que tais resultados foram encontrados em animais com ancestrais selecionados para características de eficiência alimentar. Assim, acredita-se que em qualquer outro rebanho estes percentuais possam ser ainda maiores. Afirmando a

importância de realizar a seleção de indivíduos mais eficientes, direcionando sua composição genética a rebanhos melhoradores e comerciais, contribuindo na redução dos custos de alimentação em confinamentos.

Tabela 3. Análise econômica das diferentes classes ou lotes de fêmeas.

Peso médio inicial (kg)		448	
Período de confinamento (dias)		90	
GMD (kg.d ⁻¹)		1,32	
CAR (kg MS.d ⁻¹)	-0,403	-0,039	0,376
Consumo (kg MS.d ⁻¹)	7,969	8,095	8,748
Consumo total (kg)	717,21	728,55	787,32
Custo dieta*	R\$ 1,09	R\$ 1,09	R\$ 1,09
Custo animal por dia	R\$ 8,69	R\$ 8,82	R\$ 9,54
Custo total	R\$ 781,76	R\$ 794,12	R\$ 858,18
Rendimento de carcaça		54%	
Valor da arroba		R\$ 147,00	
Peso médio final (kg)		533	
Quantidade de animais		150	
Custo total com alimentação (90 dias)	R\$ 117.263,84	R\$ 119.117,93	R\$ 128.726,82
Receita		R\$ 423.095,40	
Lucro	R\$ 305.831,57	R\$ 303.977,48	R\$ 294.368,58
Gasto excedente		R\$ 1.854,09	R\$ 11.462,99
Percentual de gasto excedente		1,58	9,78

GMD: Ganho médio diário; CAR: Consumo alimentar residual; *Valor disponibilizado referente a dieta utilizada.

Tabela 4. Análise econômica das diferentes classes ou lotes de Machos.

Peso médio inicial (kg)		318	
Período de confinamento (dias)		90	
GMD (kg.d ⁻¹)		0,95	
CAR (kg MS.d ⁻¹)	-0,243	0,044	0,273
Consumo (kg MS.d ⁻¹)	7,230	7,240	7,679
Consumo total (kg)	650,70	651,60	691,11
Custo dieta*	R\$ 1,09	R\$ 1,09	R\$ 1,09
Custo animal por dia	R\$ 7,88	R\$ 7,89	R\$ 8,37
Custo total	R\$ 709,26	R\$ 710,24	R\$ 753,31
Rendimento de carcaça		54%	
Valor da arroba		R\$ 147,00	
Peso médio final (kg)		387	
Quantidade de animais		150	
Custo total com alimentação (90 dias)	R\$ 106.389,45	R\$ 106.536,60	R\$ 112.996,49
Receita		R\$ 307.200,60	
Lucro	R\$ 200.811,15	R\$ 200.664,00	R\$ 194.204,12
Gasto excedente		R\$ 147,15	R\$ 6.607,04
Percentual de gasto excedente		0,14	6,21

GMD: Ganho médio diário; CAR: Consumo alimentar residual; *Valor disponibilizado referente a dieta utilizada.

5 CONCLUSÃO

O componente genético dos pais influenciou na expressão fenotípica das progênes para as características relacionadas à eficiência alimentar.

A seleção de animais com DEPs negativas para CAR e IMS acarreta na produção de animais (machos e fêmeas) mais eficientes, em virtude da redução do consumo de alimento, em confinamento.

REFERÊNCIAS

ABCZ. Associação brasileira de criadores de zebu. **Manual do serviço de registro genealógico das raças zebuínas**. 1st ed. Uberaba: ABCZ; 2009. 190p.

ABIEC. **A sustentabilidade da carne brasileira**. Disponível em: <http://abiec.com.br/NoticiasTexto.aspx?id=1579>. Acesso em: 17 maio 2019.

ABIEC. **Perfil da pecuária do Brasil - Relatório Anual 2018**. Disponível em: <http://abiec.siteoficial.ws/images/upload/sumario-pt-010217.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2019.

ARCHER, J.A.*et al.* Optimum postweaning test for measurement of growth rate, feed intake, and feed efficiency in British breed cattle. **Journal of Animal Science**. Champaign, v.75, p.2024-2032, 1997.

ALMEIDA, R.; LANNA, D. P. D.; LEME, P. R. Consumo alimentar e residual um novo parâmetro para avaliar a eficiência alimentar de bovinos de corte. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41. 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004.1 CD-ROM.

ARCHER, J.A.; BARWICK, S.A. Economic analysis of net feed intake in industry breeding schemes. *In*: ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF ANIMAL BREEDING AND GENETICS, 13, 1999, Bunbury. **Proceedings...** Bunbury: Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics, 1999. p.337-340.

ARTHUR, P.F.; ARCHER, J.A.; JOHNSTON, D.J. Genetic and phenotypic variance and covariance components for feed intake, feed efficiency, and other postweaning traits in Angus cattle. **Journal of Animal Science**. Champaign, v.79, p.2805-2811, 2001.

ARTHUR, P. F.; RENAND, G.; KRAUSS, D. Genetic and phenotypic relationships among different measures of growth and feed efficiency in Young Charolais bulls. **Livestock Production Science**. Amsterdam, p. 68, 131-139. 2001b. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301622600002438>. Acesso em : 10 maio 2019.

BASARAB, J.A.; PRICE, M.A.; AALHUS, J.L.; Residual feed intake and body composition in young growing cattle. **Canadian journal of animal Science**, Ottawa, p. 189 – 204.2003. Disponível em: <http://pubs.aic.ca/doi/abs/10.4141/A02-065>. Acesso em: 01 maio 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Sumário de touros: arquivo zootécnico nacional: gado de corte**. Brasília, 1989.

BERRY, D. P.; CROWLEY, J. J. Residual intake and gain; a new measure of efficiency in growing cattle. **Journal of Animal Science**. Champaign, v. 90, p. 109 – 115, 2012.

BONILHA, S.F.M. *et al.* Effects of residual feed intake on carcass characteristics of Nellore bulls. In: 2009 ASDA – ASAS JOINT MEETING, 2009, Toronto, **Anais...**Toronto: FASS, 2009.

BYERLY, T. C. **Feed and other costs of producing Market eggs.**MD. Agric. Exp. Stn. Bull. A-1. 1941.

CAMERON, N. D. Across species comparison in selection for efficiency. In: World Congress on Genetic Applied to Livestock Production, 6, 1998. Armidale. **Proceedings...** Armidale, Australia, v.25, p. 73-8, 1998.

CANÊDO, M. G. *et al.* Relações entre o mérito genético de touros avaliados e o desempenho animal real em teste de desempenho de touros jovens a pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47, 2010, Salvador. **Anais Eletrônicos...** [CD-ROM], Salvador: UFBA, 2010a.

CANÊDO, M. G. *et al.* Contribuição genética de touros avaliados para desempenho animal em testes de desempenho de touros jovens em pastagens renovadas mediante integração lavoura e pecuária no bioma Cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47, 2010, Salvador. **Anais Eletrônicos...** [CD-ROM], Salvador: UFBA, 2010b.

CHAVES, A. S. **Relações entre eficiência alimentar e características de carcaça, qualidade de carne, batimentos cardíacos e consumo de oxigênio em bovino.** 2013, 132 f. Tese (Doutorado em Ciência animal e pastagens). Universidade de São Paulo, Piracicaba. 04/10/2013. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-05112013-162453/pt-br.php>. Acesso em: 11/07/2019

DEL CLARO, A. C. **Avaliação do consumo alimentar residual de bovinos Nelore dentro e entre grupos contemporâneos.** Nova Odessa - SP, 2010. P.68. il. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Zootecnia. APTA/SAA. Disponível em: <http://www.iz.sp.gov.br/pdfs/1301587772.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2019.

DEL CLARO, A. C.; MERCADANTE, M. E. Z.; SILVA, V. A. J.; **Meta-análise de parâmetros genéticos relacionados ao consumo alimentar residual e a suas características componentes em bovinos.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, p. 302-310, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v47n2/v47n2a20.pdf>. Acesso em: 05 maio 2019.

DEMEU, A. A. **Custo de produção e análise de rentabilidade de sistemas de produção de gado de corte no Estado de Minas Gerais.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, p. 148, 2011.

EMBRAPA. **O papel do zebu na pecuária de corte brasileira.**2016. Disponível em : <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/9523901/artigo-papel-do-zebu-na-pecuaria-de-corte-brasileira> . Acesso em: 31 maio 2019.

EUCLIDES FILHO, K. **Melhoramento genético animal no Brasil: fundamentos, história e importância.** Embrapa Gado de Corte. Campo Grande, 1999. 63p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 75).

RIBEIRO, L. B. Eficiência Alimentar. **Seminário ANCP**, Ribeirão Preto - SP, 2019. Disponível em: www.ancp.org.br/producao-cientifica/65/semina-rio-ancp-2019-eficiencia-alimentar#.XSPanUxFyP8. Acesso em: 02 Jun. 2019.

FARIA, C. U. *et al.* Avaliação do componente genético na expressão fenotípica de características produtivas de bovinos nelore submetidos à prova de desempenho. Embrapa Cerrados-**Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2017. Disponível em: www.scielo.br/pdf/cab/v18/1809-6891-cab-18-e30528.pdf. Acesso em: 20 maio 2019.

FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics.** 3rd. Edn. Longman, Harlow. 438p, 1989.

FITZHUGH, H. A.; JR. TAYLOR, C.S. Genetic analysis of degree of maturity. **Journal of Animal Science.** Champaign, v. 33, p. 717-725, 1971. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5092769>. Acesso em: 07 jun. 2019.

FREITAS NETO, M. D. **Avaliação do desempenho e da eficiência alimentar de bovinos nelore.** Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia. p. 57, 2013. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/3715>. Acesso em: 20 maio 2019.

GOMES, R. C. *et al.* **Ingestão de alimentos e eficiência alimentar de bovinos e ovinos de corte.** 1. ed. Ribeirão Preto - SP: Fundação de Pesquisas Científicas de Ribeirão Preto (FUNPEC-RP). 2012. v. 1000. 81p.

GOMES, R. C. **Metabolismo proteico, composição corporal, características de carcaça e qualidade de carne de novilhos Nelore (*Bos Indicus*) em função de seu consumo alimentar residual.** Tese (Doutorado em Zootecnia). Pirassununga: faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – USP, p. 93, 2009.

HERD, R. M; HEGARTY, R. S; DICKER, R. W; ARCHER, J. A; ARTHUR, P. F.; Selection for residual feed intake improves feed conversion ratio on pasture. **Animal Production.** Australia, v.24, p.85-88, 2002.

HERD, R.M.; ODDY, V.W.; RICHARDSON, E.C. Biological basis for variation in residual feed intake in beef cattle.1. Review of potential mechanisms. **Australian Journal of Experimental Agriculture.** Melbourne, v.44, p.423-430, 2004.

HENDERSON, C. R. Sire evaluation and genetic trends. In: Animal Breeding and Genetics Symposium. Champaign. **Proceedings.** Champaign. American Society of Animal Science, v.10, p. 10-41, 1973.

HENDERSON, C. R. **Applications of linear models in animal breeding.** Ontario: University of Guelph, 1984. 462 p.

HENDERSON, C.R. Estimates of changes in herd environment. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.32, p.706, 1949.

HENDERSON, C.R. Estimation of genetic parameters. **Ann. Math. Stat.**, v.21, p.309, 1950.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisas Agropecuárias: pesquisa trimestral do abate de animais**. Rio de Janeiro.2018. 3 ed. v.6. Disponível em : <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21119-primeiros-resultados-2abate.html?=&t=downloads> . Acesso em: 31 maio 2019.

ICBC – **Índice de custo de produção de bovinos confinados**. Informativo mensal: Edição nº 21. Fevereiro de 2019. Disponível em: http://paineira.usp.br/lac/wp-content/uploads/2017/07/ICBC_LAE_Informativo_Ed-21_Fevereiro_2019.pdf. Acesso em: 27 jun. 2019.

IRGANG, R. **Limites Fisiológicos do Melhoramento Genético de Suínos**. XXXV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia – Simpósios, 1997 p. 355–369. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/sbz35_sim_p355.pdf. Acesso em : 27 jun. 2019.

IRGANG, R., PROTAS, J. F. S. **Peso ótimo de abate de suínos. I. Desempenho dos animais**. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 21, p. 1101–1108, 1986. Disponível em: <http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/viewFile/15047/8772>. Acesso em 20 maio 2019.

IZ – **Mais de um século trabalhando pela pecuária com vistas à produtividade, à eficiência e ao bem-estar animal**. Disponível em: <http://www.iz.sp.gov.br/pagina.php?id=20>. Acesso em : 15 jul. 2019.

KLEIBER, M. Problems involved in breeding for efficiency of food production. In: *Proceedings of the American Society of Animal Production*, 29, 1936, Madison, WI. **Proceedings...** Madison. 1936. p. 247-258.

KOCH, R.M. *et al.* Efficiency of feed use in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.22, p.486-494, 1963.

LANNA, D. T.; ALMEIDA. R.; **Residual feed intake: um novo critério de seleção**. In: V Simpósio da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 8 e 9 de julho de 2004 Pirassununga, SP.

LEDUR, M. C. *et al.* **Sonho, desafio e tecnologia: 35 anos de contribuições da Embrapa Suínos e Aves**. O melhoramento genético de aves no Brasil e as contribuições da Embrapa Suínos e Aves. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. p. 293-316, 2011.

LEME, P.R., GOMES, R.C. Características de carcaça de novilhos Nelore com diferente consumo alimentar residual. In: XX Reunión Asociación Latinoamericana de

Produccion Animal (ALPA). Cuzco, Perú. **Anais da XX Reunião Associação Latinoamericana de Producción Animal (ALPA)**, 2007.

LIU, M.F. *et al.* A study in the variation of feed efficiency in station tested beef bulls. **Canadian Journal of Animal Science**, v.80, p.435-441, 2000.

LOBÔ, R. B.; FARIA, C.U. **Princípios e resultados de pesquisas científicas do programa Nelore no Brasil**. Programa de melhoramento genético da raça Nelore. Disponível em:
http://www.ancp.org.br/up_artigos/principios_e_resultados_de_pesquisa_cientifica_do_programa_nelore_brasil.pdf. Acesso em 01 jul. 2019.

LOBLEY, G.E. *et al.* Whole body and tissue protein sintesis in cattle. **The British Journal of Nutrition**, v.43, p.491-502, 1980.

LOPES, M. A.; CARVALHO. F. M. **Custo de produção do gado de corte**. Lavras UFLA. p.47 (Boletim Agropecuário, 47), 2002. Disponível em:
<http://livraria.editora.ufla.br/upload/boletim/tecnico/boletim-tecnico-47.pdf>. Acesso em: 02 maio 2019.

LOPES, M. A.; LIMA, A. L. R.; CARVALHO, F. M.; REIS, R. P.; SANTOS, I. C.; SARAIVA, F. H.; Controle gerencial e estudo da rentabilidade de sistemas de produção de leite na região de Lavras (MG). **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.28, n.4, p. 883-892, 2004. Disponível em:
<https://pdfs.semanticscholar.org/43a9/8cf108c8f4dcc9ec653b6f471a23888a2c3d.pdf>. Acesso em: 02 maio 2019.

LOPES, M. A. *et al.* **Rentabilidade da terminação em confinamento de bovinos de corte castrados e não castrados**. Boletim Industria Animal. Nova Odessa, v. 62, n.4, p. 289-294, 2005. Disponível em:
https://www.academia.edu/8776591/RENTABILIDADE_DA_TERMINAÇÃO_EM_CONFINAMENTO_DE_BOVINOS_DE_CORTE_CASTRADOS_E_NÃO_CASTRADOS1 . Acesso em : 02 maio 2019.

MAGNANI, E.; Relações entre Consumo Alimentar Residual, comportamento ingestivo em novilhas Nelore. **B. Industr.anim.**, N. Odessa, v.70, n.2, p.187-194, 2013. Disponível em: <http://www.iz.sp.gov.br/pdfsbia/1378834075.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2019.

MAGNABOSCO, C. U. *et al.* Análise Genética de Características Morfológicas em Bovinos da Raça Nelore Utilizando Modelos de Limiar. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42. 2005. Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 1 cd-rom., 2005.

MAMEDE, M. M. S. **Contribuição do componente genético de touros da raça Nelore avaliados para o desempenho de suas progênes em teste de desempenho de touros jovens**. [Dissertação]. Programa de Pós Graduação em Ciência Animal (PPGCA): Universidade Federal de Goiás; 2012. Disponível em:

http://bdtd.ufg.br/tesesimplificado/tde_arquivos/5/TDE-2012-10-05T115802Z2139/Publico/Dissertacao%20Mariana_2012.pdf. Acesso em: 25 jun. 2019.

MENDES, M.D.E.; CAMPOS, M.M.; **Eficiência alimentar em bovino de corte**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.37, n.292, p.28-38, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/160187/1/2016-Efic-Alim-Bov-Corte-EPAMIG-Informe-Agropecuario-292.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2019.

NKRUMAH, J.D. *et al.* Genetic and phenotypic relationships of feed intake and different measures of feed efficiency with growth and carcass merit of beef cattle. **Journal of Animal Science**. 85, 2711–2720. 2007. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/6b02/23b57580a76b65834e7091c3b61eb527b83e.pdf>. Acesso em :20 mai 2019.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **População mundial deve chegar a 9,7 bilhões de pessoas em 2050, diz relatório da ONU**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-chegar-a-97-bilhoes-de-pessoas-em-2050-diz-relatorio-da-onu/>. Acesso 01 de julho 2019.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável e a erradicação da pobreza: síntese para tomadores de decisão**. Brasília: Pnuma/ONU, 2011.

PEREIRA, J.C.C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. 6.ed. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2012, 758p.

RANCHO DA MATINHA.; Nossa Historia.; Disponível em: <http://ranchodamatinha.com.br/?conteudo,117>. Acesso em: 01 jul. 2019.

RENAND, G.; VINET, A.; KRAUSS, D. Genetic relationship between residual feed intake of growing bulls and adult cows. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION. **Proceedings...** Leipzig, Alemanha: WCGALP (CDROM), 2010.

RESENDE, M. D. V.; PEREZ, J. R. H. R.; Melhoramento animal: predição de valores genéticos pelo modelo animal – blup em bovinos de leite, bovinos de corte, ovinos e suínos - **Arch. Vet. Scienc**. v. 4, n.1, p.17-29, 1999.

RICHARDSON. E.C. *et al.* Possible physiological indicators for net feed intake conversion efficiency. **Proceedings...**, **Australian Society of Animal Production**, v.21, p.103-106, 1996.

RICHARDSON, E.C. *et al.* Metabolic differences in Angus steers divergently selected for residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.44, p.413-440, 2004.

ROBINSON, D. L., ODDY, V. H. Genetics parameters for feed efficiency, fatness, muscle area, and feeding behavior of feedlot finished beef cattle. **Livestock Production Science**. Amsterdam. v.90, p. 255-270. 2004. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301622604001083>. Acesso em: 05 Jun. 2019.

SANTANA, M.H.A. **Relação do consumo alimentar residual e conversão alimentar com características de carcaça, perfil metabólico e sanguíneo de touros Nelore**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SANTANA, M.H.A. *et al.* Medidas de eficiência alimentar para avaliação de bovinos de corte. **Scientia Agraria Paranaensis – SAP**. Mal. Cdo. Rondon, v.13, n.2, abr./jun., p.95-107, 2014.

SAS Institute. **Statistical Analysis System: user guide [CD-ROM]**. Version 9.2. Cary (NC): SAS Institute Inc., 2008.

SILVA, M. C.; BOAVENTURA, V. M.; FIORAVANTI, M. C. S. História do povoamento bovino no Brasil Central. **Revista UFG**, Goiânia, Ano XIII, n.13, 2012.

TOLEDO, Y. I. M.; SANTIAGO, M. M. D. **Análise do comportamento de preços na pecuária bovina**. Estado de São Paulo, 1970-83. Informações Econômicas, São Paulo, v. 14, n. 6, 1984. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/IE/1984/tec1-0684.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2019.

USDA – United States Department of Agriculture. Livestock and Poultry: **World Markets and Trade**. 2019. Disponível em: https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf. Acesso em: 20 maio 2019.

VAN VLECK, L.D.; POLLAK, E.J.; OLTENACU, E.A.B. **Genetics for the animal sciences**. W.H. Freeman, New York. 391p, 1987.

ZORZI, K. **Consumo alimentar residual e relações com características nutricionais e de qualidade de carne de bovinos nelore**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. São Paulo, p. 86. 2011.