

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

LUCAS OLIVEIRA LEMOS

ASSOCIAÇÃO FENOTÍPICA ENTRE CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL E
MARMOREIO EM TOUROS JOVENS DA RAÇA NELORE

UBERLÂNDIA - MG

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

ASSOCIAÇÃO FENOTÍPICA ENTRE CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL E
MARMOREIO EM TOUROS JOVENS DA RAÇA NELORE

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

Orientadora: Prof.^a Dra. Carina Ubirajara de Faria

UBERLÂNDIA - MG

2018

Resumo

Esse trabalho objetivou estimar as associações fenotípicas entre o consumo alimentar residual e a característica de marmoreio, avaliada por ultrassonografia, em touros jovens da raça Nelore. Utilizou-se o banco de dados referente às informações de 200 touros jovens da raça Nelore, puros de origem (PO), participantes de Provas de eficiência alimentar realizadas na Vitrine Tecnológica da fazenda experimental Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Foram avaliadas as características de consumo alimentar residual (CAR) e a percentagem de gordura intramuscular ou marmoreio (MAR, %). Observou-se que a associação entre o CAR e a característica de MAR foi de baixa magnitude (0,14), indicando que a seleção de animais mais eficientes (CAR negativo) não leva à redução do marmoreio. Entretanto, o valor de probabilidade de significância ($p = 7\%$) foi maior que 5% (coeficiente não significativo). Pode-se concluir que a seleção de animais mais eficientes, que apresentam menor consumo alimentar residual, não gera prejuízos na porcentagem de gordura intramuscular ou marmorização de carcaça em bovinos da raça Nelore.

Palavras-chave: eficiência alimentar, gordura intramuscular, zebuínos.

Abstract

This study intends to estimate phenotypic associations between residual feed intake and marbling, by ultrasonography in young bulls of the Nellore breed. To do so, data of 200 young bulls that participated in food efficiency tests at the experimental farm Capim Branco of the Federal University of Uberlandia (UFU) was used. Characteristics of residual feed intake (RFI) and the percentage of intramuscular fat or marbling (MAR) were evaluated. It was observed that the association between RFI and MAR had low magnitude (0.14), it indicates that selecting more efficient animals (negative RFI) does not lead to reduction of marbling. However, the value of significance probability (p) was higher than 5% (non-significant coefficient). The result of the study is that choosing animals with negative residual feed intake does not cause any damage in carcasses composition, and can be used in the selection criteria without losses in the percentage of marbling in the Nellore breed.

Key words: feed efficiency, fat, zebu.

Lista de tabelas

TABELA 1	Número de animais avaliados nas Provas de Eficiência Alimentar realizadas na Vitrine Tecnológica da fazenda experimental Capim Branco, Uberlândia, MG.	...11
TABELA 2	Estatística descritiva para as características de marmoreio (MAR), peso inicial (PI), peso final (PF), ganho médio diário (GMD), área de olho de lombo (AOL), acabamento de carcaça (ACAB), ingestão de matéria seca (IMS), consumo alimentar residual (CAR).	...12
TABELA 3	Coefficiente de correlação (acima da diagonal) entre as medidas de marmoreio (MAR), peso inicial (PI), peso final (PF), ganho médio diário (GMD), área de olho de lombo (AOL), acabamento (ACAB), ingestão de matéria seca (IMS), consumo alimentar residual (CAR). Abaixo da diagonal estão representadas as significâncias das correlações.	...12
TABELA 4	Médias fenotípicas de marmoreio considerando os grupos de CAR e classes de CAR de bovinos da raça Nelore.	...15

LISTA DE ABREVIATURAS

ACAB	Acabamento de Carcaça
AOL	Área de Olho de Lombo
CA	Consumo Alimentar
CAR	Consumo Alimentar Residual
GMD	Ganho Médio Diário
IMS	Ingestão de Matéria Seca
IMS_{esp}	Ingestão de Matéria Seca esperada
IMS_{obs}	Ingestão de Matéria Seca observada
Kg	Quilos
MAR	Marmoreio
MS	Matéria Seca
PF	Peso Final
PI	Peso Inicial
PO	Puro de Origem
PV	Peso Vivo
PVf	Peso Vivo final
PVi	Peso Vivo inicial
PVMM	Peso Vivo Médio Metabólico
UFU	Universidade Federal de Uberlândia

Sumário

1. Introdução	1
2. Referencial teórico	3
2.1. Consumo Alimentar Residual.....	3
2.1.1 <i>GrowSafe</i> ®	4
2.2. Marmoreio	5
2.3. Associação Fenotípica.....	6
2.3.1 Associação fenotípica entre CAR e Marmoreio	7
3. Metodologia de pesquisa	8
4. Resultados e discussão	11
4.1. Estatística Descritiva	11
4.2 Correlações Fenotípicas	12
4.3 Análise de Variância	15
5. Conclusão	15
6. Referências bibliográficas	16

1. Introdução

O agronegócio brasileiro vem ocupando um espaço importante na produção mundial de alimentos, especialmente no que se refere à carne bovina. Em relação à bovinocultura de corte, o país dispõe de um rebanho que ultrapassa 200 milhões de cabeças (ABIEC, 2016). A maior produção de carne bovina brasileira provém do bioma Cerrado, onde a pecuária de corte é constituída por raças zebuínas bem adaptadas às condições de criação nos trópicos. A disponibilização de tecnologias adaptadas às condições de Cerrado tem sido uma grande propulsora para o desenvolvimento do setor pecuário brasileiro. Hoje, o maior desafio para a pecuária de corte é otimizar o seu potencial econômico de maneira sustentável.

O rebanho bovino é constituído por grande diversidade de raças, mas as raças zebuínas se destacam pela importância econômica. Atualmente, os animais zebuínos representam, aproximadamente, 80% do rebanho nacional, o que é decorrente da adaptação às condições dos trópicos.

Ao mesmo tempo em que a raça Nelore vem se apresentando ao mundo como uma importante opção para produção, principalmente, em países de regiões tropicais e subtropicais, a pecuária brasileira também passou a ser submetida à competição de outros mercados, não apenas com relação ao produto em si, mas também em termos técnicos e metodológicos que lhes agregam valor e qualidade. Assim, melhorar os índices zootécnicos da raça Nelore é fundamental para que o Brasil possa competir mais avidamente no mercado internacional.

Uma das ferramentas para aperfeiçoar os índices produtivos, para as diversas características de interesse econômico, é a realização da seleção dos melhores indivíduos, com o intuito de promover o melhoramento genético em rebanhos, e consequentemente, a produtividade. No Brasil, é clara a expansão dos programas de melhoramento genético para rebanhos bovinos de corte, no entanto, a seleção tem sido baseada, principalmente, em características relacionadas ao crescimento. Ao considerar que a alimentação representa o maior custo de um sistema de produção (ALMEIDA, 2005), variando de 70% a 90% dos custos totais, dependendo do sistema e estágio de produção (CORVINO, 2010), a seleção de animais mais eficientes na utilização dos nutrientes (*inputs*) poderá acarretar em um grande avanço da pecuária de corte, por meio da redução dos custos de produção, sem afetar os índices zootécnicos, garantindo a sustentabilidade da atividade.

Neste contexto, a mensuração do consumo alimentar residual (CAR; do inglês RFI, *Residual Feed Intake*), é de grande importância, uma vez que permite identificar animais geneticamente mais eficientes, conciliando com menor consumo alimentar, promovendo o aumento da produtividade ao mesmo tempo em que se reduz o custo de produção (GOMES et al., 2012). O CAR é calculado pela diferença do consumo de alimento observado e o esperado, sendo que as informações de peso e ganho em peso dos animais também devem ser consideradas. Assim, animais mais eficientes são aqueles que consomem menos que o esperado, e animais menos eficientes são aqueles que consomem mais que o esperado, considerando um específico ganho em peso.

Com a expansão dos mercados e a maior competitividade estabelecida numa economia globalizada, deve-se buscar, no melhoramento animal, a eficiência no sentido de obter material genético produtivo, a um menor custo de produção. A mensuração da característica CAR é de grande importância, uma vez que se poderá identificar animais geneticamente mais eficientes, com menor consumo alimentar, promovendo o aumento da produtividade, ao mesmo tempo em que se reduz o custo de produção.

Atualmente, pouco se sabe sobre as associações fenotípicas entre o CAR e as características de carcaça, avaliadas por ultrassonografia, em bovinos de corte. Tais informações são indispensáveis nos programas de seleção, uma vez que esses parâmetros se constituem em elementos básicos que orientam sobre o direcionamento do melhoramento genético dos bovinos (OLIVEIRA et al., 1993).

Um questionamento sobre a seleção baseada no CAR é a possibilidade de mudanças na qualidade de carcaça dos rebanhos, favorecendo a redução da gordura subcutânea e da gordura intramuscular ou marmoreio (ALMEIDA, 2005). Entretanto, não foram encontrados estudos que verificaram a associação do CAR com a gordura intramuscular ou marmoreio de bovinos da raça Nelore. A gordura intramuscular (IM) é a porcentagem de gordura de marmoreio mensurada no músculo *Longissimus dorsi* entre a 12° e a 13° costelas por meio de ultrassonografia. A função desta avaliação é predizer quanto de gordura intramuscular foi depositada na carcaça (YOKOO et al., 2011).

Dessa forma, esse trabalho objetiva estimar as associações fenotípicas entre o consumo alimentar residual e a característica de marmoreio, avaliada por ultrassonografia, em touros jovens da raça Nelore.

2. Referencial teórico

2.1. Consumo Alimentar Residual

A produção de bovinos de corte está diretamente ligada aos gastos e ganhos da cadeia produtiva que determinam o lucro para o produtor, sendo que a nutrição representa o maior custo na maioria dos empreendimentos de produção animal (ARTHUR, ARCHER, HERD; 2004). Embora a maioria dos programas de melhoramento genético em bovinos de corte vão em busca majoritariamente de maiores ganhos nos chamados “*outputs*”, como peso, ganho em peso e características de carcaça, a seleção de animais que geram menor custo na cadeia produtiva com o aumento da eficiência alimentar torna o sistema mais lucrativo (SHERECK, 2008; LANNA; ALMEIDA, 2004).

Quando se faz o uso da eficiência alimentar promovendo a fração entre consumo de um indivíduo e o ganho de peso do mesmo tem-se um dado bruto que não pode ser facilmente utilizado em um projeto de seleção, pois é correlacionado com o peso vivo podendo levar a um aumento do peso adulto dos animais e, conseqüentemente, causar prejuízos no setor de cria (GOMES, 2009).

O consumo alimentar residual (CAR) é uma forma de se usar os dados de eficiência alimentar corrigido para ganho em peso e peso vivo, assim permitindo o uso em programas de seleção. O CAR foi proposto pelo pesquisador Koch (1963), embora seu trabalho não tenha sido compreendido por grande parte do meio acadêmico até a década de 90. Na década de noventa os australianos começaram a estudar o CAR, seguidos pelos canadenses e os americanos mais recentemente. O CAR é calculado pela diferença entre o consumo real observado e o consumo estimado baseado no seu peso vivo médio e na sua velocidade de ganho de peso. Os animais que apresentam um consumo observado maior que o esperados são positivos pra CAR, e os que apresentam consumo esperado maior que o consumo observado tem CAR negativo, sendo esses os buscados em seleção (LANNA, DANTE PAZZANESE; ALMEIDA, 2004).

Os estudos demonstram que existe variabilidade genética entre os animais para consumo alimentar, mesmo quando esse consumo é corrigido para ganho em peso e peso vivo (LANNA, DANTE PAZZANESE; ALMEIDA, 2004).

De acordo com Exton, Herd e Arthur (2004), as análises econômicas mostram que a seleção para consumo alimentar residual vai levar a grandes ganhos a médio e longo prazo na cadeia produtiva da carne bovina australianas, principalmente nos

confinamentos. Os mesmos resultados foram obtidos em análises econômicas em regiões canadenses produtoras de carne bovina (BASARAB, 2003). O Brasil também pode ter ganhos econômico com a adoção do CAR com uso de animais melhoradores, como de mostrado por Lanna e Almeida (2004).

Algumas pesquisas internacionais foram realizadas com o intuito de identificar os genótipos mais eficientes por meio da mensuração do CAR, principalmente, para raças bovinas européias (Wang et al., 2006; Moore et al., 2009) e a raça japonesa Wagyu (McGee et al., 2013). No entanto, são poucos estudos realizados com animais zebuínos, destacando os de Arthur et al. (2005), Gomes et al., (2012), Grion (2012) e Santana et al., (2014), realizados no Brasil.

De acordo com Gomes et al. (2012), as poucas pesquisas realizadas, até o momento, indicam que há variabilidade genética para as características de eficiência alimentar, com estimativas de herdabilidade medianas a altas. Dessa forma, faz-se necessário avaliar os fatores genéticos e ambientais que influenciam a eficiência alimentar, bem como, verificar a associação com as características produtivas como, crescimento, reprodução e qualidade de carcaça. Entretanto, a mensuração do CAR não é de fácil obtenção. Necessita-se de tecnologias adequadas, geralmente de alto custo, que permitam avaliar o consumo individual de cada animal.

2.1.1 *GrowSafe*®

O *GrowSafe System*® é um sistema de cocho eletrônico que proporciona melhores avaliações do CAR, pois tem um grau de sensibilidade não alcançado por observações visuais proporcionando uma análise mais confiável. Esse é um sistema eletrônico com monitoramento de ingestão alimentar utilizado em confinamentos experimentais para documentar padrões de alimentação individual. O sistema utiliza rádio frequência para identificar, através de um chip acoplado em um brinco na orelha do animal (brinco redondo EID Allflex Half Duplex; o mesmo utilizado em pesagem eletrônica de animais), qual indivíduo está se alimentando e ainda é acoplado com balanças que computam quanto de alimento sai ou entra nos cochos (OLIVEIRA, 2016).

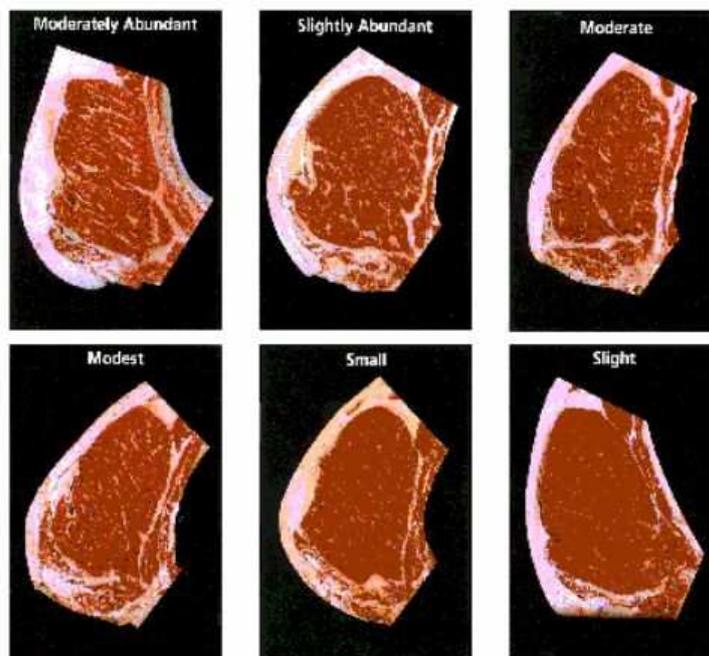
2.2. Marmoreio

Um dos aspectos que remetem a uma maior qualidade de carne é o índice de gordura entremeada na musculatura chamado marmoreio e este nome é dado em referência à distribuição das linhas de gordura em meio à carne que fazem parecer uma pedra de mármore. Conhecida por ter baixos valores em porcentagem de marmoreio, a raça Nelore (*Bos taurus indicus*) perde para animais *Bos taurus taurus* em nível de gordura intramuscular (DOS SANTOS, 2008).

Este atributo é um dos influenciadores da textura da carne, provocando também alterações no sabor, suculência além de dar aspecto de maciez, que são elementos considerados primordiais para o consumidor de carne (SHIRANITA et al., 1998).

Sainz (2001) explica como é executada a análise da quantidade e da distribuição da gordura intramuscular, que é realizada visualmente no músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12^a e a 13^a costela. Cada grau de marmorização é dividido em 100 sub-unidades, porém os escores de marmorização são expressos em decimais dentro de cada classificação. Para a classificação de marmoreio, usam-se cartões padrões do USDA, para assegurar maior acurácia nas avaliações. A figura abaixo demonstra diferentes padrões para marmoreio.

Figura 1. Os diferentes padrões para Marmorização do Sistema USDA



Fonte: Padrões de Marmorização do Sistema USDA. Fonte: AMSA, 2001.

Paz & Lucchiari Filho (2000) citam que o marmoreio ainda é pouco utilizado como parâmetro de seleção em programas de melhoramento genético, visto que essa característica em grande maioria é identificada tardiamente, devido a diversos fatores como: I) complexidade de obtenção dos dados fenotípicos; II) tipo do abate dos animais ou da utilização de ultrassonografia de carcaça; (III) requer adequado ambiente para expressão genética. Sendo assim, é um procedimento que se torna pouco utilizado em bovinos Nelore criados à pasto. Entretanto, essa característica deve ser levada em consideração, visto que é um fator de grande importância para o consumidor (RAMOS & GOMIDE, 2007).

Também deve-se destacar que a avaliação do marmoreio acarreta em maior valor agregado à carne bovina, sendo um dos coeficientes responsáveis pela comercialização da carne brasileira em novos nichos de mercado (PAZ & LUCCHIARI FILHO, 2000).

Fernandez et al. (1999) ressaltam que o sabor e a suculência da carne estão diretamente ligados com o índice de marmoreio, sendo de grande importância para a palatabilidade do alimento. Porém, o gado zebuino não apresenta um nível elevado de marmoreio de sua carne, desta forma, faz-se necessário a seleção direta em rebanhos bovinos da raça Nelore.

2.3. Associação Fenotípica

Ao se realizar a elaboração de programas de seleção, conhecer as correlações genéticas entre as características é de extrema importância já que esses critérios genéticos compõem preceitos básicos para orientar o produtor quanto às perspectivas de ganho genético nos rebanhos (OLIVEIRA et al., 1993).

Segundo Falconer (1987), duas características aleatórias podem apresentar uma correlação que é o parâmetro estatístico que representa o quanto que a variação de uma poderá influenciar na variação de outra. Dessa forma, estimar as correlações fenotípicas entre características de interesse econômico se faz necessário para auxiliar nos processos de seleção em bovinos de corte, podendo, simultaneamente, prever ganhos ou perdas genéticas por meio da seleção indireta.

A correlação entre características pode ser estimada por meio da mensuração de fenótipos que incluem as associações genéticas e ambientais. As respostas correlacionadas são determinadas pelas correlações genéticas, que são em grande maioria causadas por pleiotropismo, ou seja, quando um gene afeta duas ou mais características.

Assim a correlação representa o quanto duas características são influenciadas pelos mesmos genes (FALCONER, 1987).

Para o melhoramento genético em bovinos de corte, a correlação genética possui consequência bastante relevante. Em um processo de seleção para mais de uma característica, se as mesmas apresentarem correlação positiva pode se direcionar a seleção a uma de mensuração mais fácil ou barata e, conseqüentemente, promover progresso genético em outra de difícil avaliação, como as que se manifestam tardiamente no animal. Em contrapartida, quando a correlação é negativa, os ganhos serão antagônicos entre elas (SANTOS, 2005).

2.3.1 Associação fenotípica entre CAR e Marmoreio

Apesar da maior eficiência produtiva dos animais CAR negativos, existem estudos que têm demonstrado que as alterações metabólicas podem ter efeito sobre a qualidade da carne desses animais (ALMEIDA, 2005, BASARAB et al., 2003; HERD e ARTHUR, 2009), sugerindo que animais mais eficientes (menor CAR), apresentam menos marmoreio e maior dureza nos produtos cárneos. A falta de trabalhos na literatura sobre o grau de correlação de tais características não nos permite saber ao certo a relação entre elas, sugerindo que as pesquisas ainda precisam avançar para entender melhor todas as variáveis.

Alguns trabalhos confirmam a perda de gordura intramuscular em animais mais eficientes para consumo alimentar residual. Basarab et al. (2003) estudaram a relação do consumo alimentar residual na composição corporal de novilhos *Bos taurus* de 7 a 8 meses, ao fim encontraram correlações fenotípicas significativas de 0,22 para CAR e marmoreio, entendendo que a seleção para CAR realmente leva a prejuízos nos parâmetros de gordura intramuscular. Em sentido contrário, outro estudo com 60 animais taurinos (Angus x Hereford), em fase de crescimento, entrando no experimento para teste em confinamento com média de peso de 296 kg, não foi encontrada diferença entre grupos de CAR negativo e positivos para marmorização, gordura subcutânea e gordura abdominal (SAINZ, 2006).

Entretanto, os mais recentes trabalhos vêm mostrando que não existem diferenças na composição corporal entre indivíduos Nelore de diferentes valores de CAR (CORVINO, 2010). Como apresentado por Bezerra (2015), estudando 53 novilhos Nelore de 22 meses, não encontrou diferenças nos animais para as características de

marmorização. O mesmo resultado foi encontrado por Gomes (2009), trabalhando com setenta e dois novilhos da raça Nelore de 16 a 22 meses. Os autores não encontraram ligação entre CAR e as características de gordura subcutânea, marmorização, e extrato etéreo do músculo *Longissimus dorsi*. Farjalla (2009) encontrou os mesmos resultados em 75 novilhos Nelore PO de 18 meses e média de 394 kg de peso inicial, quando comparou características de carcaças (peso de carcaça quente, rendimento de carcaça, gordura subcutânea, escore de marmoreio, área de olho de lombo, extrato etéreo no *imus dorsi*, força de cisalhamento e índice de fragmentação miofibrilar) entre animais Nelore de CAR baixo, médio e alto.

Um trabalho realizado com 37 fêmeas de corte mestiças (Nelore x Angus) não encontrou diferenças significativas em relação aos parâmetros de cor, e composição química do músculo *Longissimus dorsi*, sugerindo que os animais mais e menos eficientes apresentaram mesmo grau de marmoreio. A carne dos animais dos diferentes grupos de consumo alimentar residual (CAR) também não diferiu em relação à força de cisalhamento, recebendo também o mesmo escore de maciez, sabor e suculência em um painel sensorial treinado (REIS, 2010).

Vistos esses estudos foi entendido que a raça Nelore precisa de mais trabalhos para dar consistência a literatura disponível sobre o assunto e verificar a associação entre CAR e escore de marmorização na raça.

3. Metodologia de pesquisa

No presente estudo foi considerado o banco de dados referente a informações de 200 touros jovens da raça Nelore, puros de origem (PO), participantes de provas de eficiência alimentar realizadas, de 2014 a 2018, na Vitrine Tecnológica da fazenda experimental Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Foram avaliadas as características de consumo alimentar residual (CAR) e percentagem de gordura intramuscular ou marmoreio (MAR, %).

Os animais participantes das provas de eficiência alimentar foram avaliados em regime de confinamento. O confinamento ocupa uma área de 1.680 m² (42 m x 40 m), dividida em dois curraletes, com um bebedouro central de 2.600 litros. Cada curralete contém quatro cochos eletrônicos (com cobertura) do sistema Growsafe®. A prova de eficiência alimentar teve duração de 91 dias, sendo 21 dias para adaptação e 70 dias de avaliação. O sistema Growsafe (GrowSafe Systems® Ltd., Airdrie, Alberta, Canadá) é

um equipamento desenvolvido para mensurar a ingestão de alimentos, individualmente, de bovinos de corte. É constituído de módulos compostos de um cocho eletrônico e barreiras de metal que permitem o acesso de um animal por vez, sendo que, em cada módulo, são dispostas antenas que captam sinais de rádio frequência e identificam o animal que está se alimentando, por meio de um brinco eletrônico. Assim, o sistema monitora a alimentação diária de cada animal.

Os animais foram pesados no início e término de cada prova e, também, em intervalos de 14 dias, sem a realização de jejum. A dieta foi fornecida *ad libitum* em forma de uma única ração total, visando ganhos médios diários de 1,3 kg/animal/dia. A formulação da ração foi baseada em 60% de volumoso (silagem de milho) e 40% de concentrado (milho moído, farelo de soja, ureia e núcleo mineral), atendendo as recomendações do NRC (1996) para os ganhos esperados. O arrazoamento ocorreu duas vezes ao dia, ajustada diariamente de modo a garantir sobras em torno de 10% do fornecido. Foram realizadas análises semanais de porcentagem de matéria seca (%MS) da dieta fornecida, bem como, das sobras. Para a avaliação de eficiência alimentar foi utilizada a informação de consumo alimentar residual (CAR). Conforme descrito por GOMES et al. (2012), o CAR é calculado como a diferença de ingestão de matéria seca (IMS_{obs}) observada durante a Prova Zootécnica e a ingestão de matéria seca esperada (IMS_{esp}) baseada no peso vivo do animal e no ganho em peso. O peso vivo do animal é definido 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 foram 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, calculou-se a ingestão de matéria seca esperada (IMS_{esp}) para cada animal. Em seguida, o cálculo do CAR (em kg) é dado por:

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

Para a mensuração da característica de carcaça marmoreio (MAR) foram coletadas imagens de ultrassonografia por meio de um aparelho ALOKA 500V, com sonda linear de 17,2 cm, de 3,5 MHz e um acoplador acústico em conjunto com um sistema de captura de imagens (Blackbox, Bionitrics, Inc., Ames, IA, EUA). Essas imagens foram interpretadas pelo laboratório responsável pela garantia da qualidade dos dados (Aval Serviços Tecnológicos S/S) que enviaram os dados prontos.

As análises descritivas, formatações dos arquivos, preparação dos dados, avaliação das distribuições das observações e análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa Statistical Analysis System (SAS, 2004). Também foi utilizado o pacote Microsoft Excel para preparação do arquivo de dados e confecção de gráficos. Para a estimação dos coeficientes de correlação de Pearson entre o consumo alimentar residual e o marmoreio foi utilizado o programa Statistical Analysis System (SAS, 2004).

Também foram elaboradas as classes de CAR, considerando animais com CAR baixo (33,3%), CAR médio (33,3%) e CAR alto (33,3%) e, os grupos de CAR, sendo elite (valores em desvio padrão para o CAR menores que -1), superior (valores em desvio padrão para o CAR entre -1 e 0), regular (valores em desvio padrão para o CAR de 0 a 1) e inferior (valores em desvio padrão para o CAR maiores que 1). Com o intuito de verificar a influência das classes do CAR (baixo CAR, médio CAR e alto CAR) e dos grupos de CAR (elite, superior, regular e inferior), sobre o marmoreio (MAR) foram realizadas análises de variância (ANOVA) utilizando-se o método dos quadrados mínimos por meio do procedimento GLM (*General Linear Model*), em que o modelo estatístico é apresentado a seguir:

$$y_{ij} = \mu + CAR_i + e_{ij}$$

Em que: y_{ij} = valor observado (marmoreio); μ = média geral da característica fenotípica; CAR_i = efeito do tratamento (classes de CAR ou grupos de CAR); e e_{ij} = vetor de efeitos residuais. A comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey, sendo considerada diferença estatística quando $p \leq 0,05$.

4. Resultados e discussão

4.1. Estatística Descritiva

Foram analisados os dados de eficiência alimentar e características de carcaça de 200 animais da raça Nelore, variedade padrão e mocho, em sistemas de confinamento pós-recria com mensurações de ultrassonografia de carcaça e de consumo alimentar residual (Tabela 1). Os dados foram coletados de 2014 a 2018 nas Provas de Eficiência Alimentar de Touros Nelore realizadas pela Universidade Federal de Uberlândia.

Tabela 1. Número de animais avaliados nas Provas de Eficiência Alimentar realizadas na Vitrine Tecnológica da fazenda experimental Capim Branco, Uberlândia, MG.

Prova	Raça	Ano	Nº de animais	Idade final
1	Nelore	2014	53	22,7
2	Nelore	2015	49	21,7
3	Nelore	2016	50	21,4
4	Nelore	2018	25	19,9
5	Nelore	2018	15	24,1
6	Nelore	2018	06	21,9
7	Nelore	2018	02	17,8

Na Tabela 2 é apresentada a estatística descritiva das características avaliadas. Entre os 179 animais com fenótipos obtidos para MAR houve uma variação de 1,49% a 5,92% no grau de marmorização ou gordura intramuscular. Vale ressaltar que, apesar da avaliação ocorrer em fase de confinamento dos 200 animais, 10,5% dos indivíduos não apresentaram valores para o marmoreio, mostrando que existe grande variabilidade genética para essa característica e a pouca seleção praticada para tal característica, nos rebanhos da raça Nelore, participantes das Provas de Eficiência Alimentar.

Tabela 2. Estatística descritiva para as características de marmoreio (MAR), peso inicial (PI), peso final (PF), ganho médio diário (GMD), área de olho de lombo (AOL), acabamento de carcaça (ACAB), ingestão de matéria seca (IMS), consumo alimentar residual (CAR).

	Nº	Média	CV%	Mínimo	Máximo
MAR	179	2,77	0,91	1,49	5,92
PI	200	438,45	49,46	317,00	614,00
PF	200	551,69	55,88	409,00	722,00
GMD	200	1,69	0,23	1,03	2,28
AOL	200	82,09	9,29	58,06	122,33
ACAB	200	6,45	1,47	3,21	13,47
IMS	200	10,69	1,50	6,51	17,53
CAR	198	0	1,02	-3,11	5,33

Dentre os animais avaliados para eficiência alimentar, o menor fenótipo para o consumo alimentar residual (CAR) foi de -3,112, com consumo médio diário de 6,51 kg de matéria seca, ou seja, deixou de consumir diariamente -3,112 kg de matéria seca em relação ao consumo esperado para o animal. Em contrapartida, o maior CAR foi de 5,331 kg onde o animal consumiu 17,5 kg de matéria seca, diariamente.

4.2 Correlações Fenotípicas

Na tabela 3 foram apresentadas as associações fenotípicas entre as características de marmoreio (MAR), peso inicial (PI), peso final (PF), ganho médio diário (GMD), área de olho de lombo (AOL), acabamento (ACAB), ingestão de matéria seca (IMS) e consumo alimentar residual (CAR).

Tabela 3. Coeficiente de correlação (acima da diagonal) entre as medidas de marmoreio (MAR), peso inicial (PI), peso final (PF), ganho médio diário (GMD), área de olho de lombo (AOL), acabamento (ACAB), ingestão de matéria seca (IMS), consumo alimentar residual (CAR). Abaixo da diagonal estão representadas as significâncias das correlações.

	MAR	PI	PF	GMD	AOL	ACAB	IMS	CAR
MAR	1	0,04	0,05	0,03	-0,14	0,14	0,06	0,14
PI	NS	1	0,96	0,18	0,56	0,19	0,38	0,00
PF	NS	***	1	0,44	0,58	0,23	0,47	0,01
GMD	NS	*	***	1	0,21	0,20	0,40	0,02
AOL	NS	***	***	**	1	-0,02	0,18	-0,21
ACAB	NS	*	**	**	NS	1	0,19	0,20
IMS	NS	***	***	***	*	*	1	0,69
CAR	NS	NS	NS	NS	**	**	***	1

NS = não significativo com valor de p maior que 0,05; * = valor de p menor que 0,05; ** = valor de p menor que 0,01; *** = valor de p menor que 0,001.

Observou-se que a associação entre o CAR e a característica de MAR foi de baixa magnitude (0,14), indicando que a seleção de animais mais eficientes (CAR negativo) não leva à redução do marmoreio. Entretanto, o valor de probabilidade de significância ($p = 7\%$) foi maior que 5% (coeficiente não significativo).

No entanto, GOMES et al. (2009) trabalhando com 72 novilhos da raça Nelore, de 16 a 21 meses de idade (mais próximo da idade trabalhada nesse estudo) não encontraram correlação entre valores de CAR e marmorização. O mesmo foi encontrado por Bezerra (2015), estudando 53 novilhos da raça Nelore de 22 meses que não apresentaram diferentes padrões de marmorização para os diferentes grupos de CAR.

Farjala (2009) encontrou os mesmos resultados em 75 novilhos Nelore de 18 meses de idade e média de 394 kg de peso inicial. Reis et al. (2010) trabalharam com 37 novilhas mestiças *Bos taurus* x *Bos indicus* classificadas em diferentes grupos de CAR e também não encontraram diferença significativa para a característica de marmoreio entre as classes.

SAINZ et al. (2006), em um experimento com 60 novilhos mestiços Angus x Hereford, em crescimento com peso inicial de teste em confinamento de 296 kg, também não encontraram diferentes padrões de marmorização para grupos mais ou menos eficientes para o CAR. Esse resultado obtido foi em sentido contrário ao encontrado por BASARAB et al. (2003) que estudaram a associação do consumo alimentar residual na composição corporal em 176 novilhos *Bos taurus* de 7 a 8 meses de idade. No estudo desses autores, os animais mais eficientes para CAR apresentaram menores gordura intramuscular, gordura subcutânea e gordura na cavidade abdominal.

Observa-se na Tabela 3 que para a característica de acabamento de carcaça (ACAB) foi encontrada uma correlação de 0,20 com o CAR (valor de p menor que 1%), o que representa uma correlação de baixa magnitude, porém, indicando associação antagonica entre CAR e ACAB, sendo que animais mais eficientes (CAR negativo) podem levar a alguma redução do acabamento de carcaça em bovinos da raça Nelore. Esse resultado corrobora com os encontrados por BASARAB et al. (2003). Neste sentido GOMES et al. (2009) não encontraram diferenças em indivíduos Nelore quanto a espessura de gordura subcutânea em relação ao CAR.

Já em relação à área de olho de lombo (AOL), característica indicadora de rendimento de carcaça, observou-se um coeficiente de correlação fenotípica de -0,21 (valor de p menor que 1%) com o CAR. Apesar de ser uma associação considerada de baixa magnitude, entre tais características, pode-se observar que não há antagonismo entre elas, ou seja, a seleção de animais mais eficientes (CAR negativo) pode acarretar em algum ganho em rendimento de carcaça, em bovinos da raça Nelore. LEME et al. (2007) também verificaram que novilhos da raça Nelore que apresentaram o CAR negativo obtiveram maior área de olho de lombo (AOL).

Também se observou que a característica de ingestão de matéria seca (IMS) também apresentou correlações fenotípicas de baixa magnitude com as características de ACAB e AOL com o CAR (Tabela 3). Entretanto, houve antagonismo entre a IMS com as duas características (AOL e CAR), visto que a seleção de animais com menor consumo de alimento (IMS) pode acarretar na redução do rendimento e acabamento de carcaça. Deve-se destacar, que a IMS tem associação fenotípica de média magnitude com as características de peso vivo (PI e PF) e ganho em peso (GMD), o que não ocorre com a característica CAR, visto que o CAR é mais adequado como característica escolhida como ferramenta de seleção pois, na sua predição, ocorre a correção ou ajuste para o peso e ganho em peso dos animais avaliados.

Já a característica de ingestão de matéria seca diária (IMS) apresentou, como esperado, uma alta correlação com CAR. Assim animais que ingerem uma grande quantidade de alimento por dia tem maiores chances de ser ineficientes com obtenção de CAR positivo (GOMES, 2009).

4.3 Análise de Variância

Verificou-se (Tabela 4) que não houve influência das classes ou grupos de CAR na média fenotípica do marmoreio (MAR), verificando que não há interferência das características relacionadas à eficiência alimentar (CAR) com a deposição de gordura intramuscular (MAR), na carcaça de bovinos da raça Nelore. Assim, tais resultados indicam que a seleção de animais mais eficientes (que consomem menos alimento que o esperado) não acarretam em prejuízos ou redução do marmoreio de carcaça.

Tabela 4. Médias fenotípicas de marmoreio considerando os grupos de CAR e classes de CAR de bovinos da raça Nelore.

Grupos de CAR		Classes CAR	
Níveis	Médias	Níveis	Médias
Elite	3,02	Alto CAR	2,81
Superior	2,69	Médio CAR	2,88
Regular	2,75	Baixo CAR	2,54
Inferior	3,05		

5. Conclusão

Pode-se concluir que a seleção de animais mais eficientes, que apresentam menor consumo alimentar residual, não gera prejuízos na deposição de gordura intramuscular ou marmorização de carcaça em bovinos da raça Nelore.

6. Referências bibliográficas

ABIEC - **Perfil da Pecuária no Brasil Relatório Anual 2016**. Disponível em << <http://www.abiec.com.br/Sumario.aspx> >> Acesso em: 30 de set. 2017

ALMEIDA, R. **Consumo e eficiência alimentar de bovinos em crescimento**. 2005. 181f. Tese (Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2005.

ARTHUR, P. F.; ARCHER, J.A.; HERD, R.M. Feed intake and efficiency in beef cattle: overview of recent Australian research and challenges for the future. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, collingwood, v. 44, p.361-369, 2004.

ARTHUR, P. F; HERD, R. M.; WILKINS, J. F.; ARCHER, J. A. Maternal productivity of Angus cows divergently selected for post weaning residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 45, p. 985 – 993, 2005.

BASARAB, J.A.; PRICE, M.A.; AALHUS, J.L. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v.83, p.189-204, 2003.

BEZERRA, B. S. B.; FARIA, C. U.; ROCHA, J. D.; SANTOS, A. P. S.; BOAVENTURA, D. R.; MENDES, E. D. M.; LÔBO, R. B. Correlação fenotípica entre o consumo alimentar residual e as características de carcaça de touros jovens da raça nelore. Em: XXV Congresso Brasileiro de Zootecnia – Zootec, 2015, Fortaleza. **Anais...Fortaleza- CE: ABZ, 2015.**

CORVINO, T. L. S. **Caracterização do consumo alimentar residual e relações com desempenho e características de carcaça de bovinos nelore**. 2010. 92 f. Tese (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu.

DOS SANTOS, Eduardo Soares Borges et al. Análise de marmoreio de contra-filé através de imagens obtidas por Tomografia de Ressonância Magnética. **Embrapa Instrumentação Agropecuária-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2008.

EXTON, S.C.; HERD, R.M; ARTHUR, P.F. Identifying bulls superior for net feed intake, intramuscular fat and subcutaneous fat. **Animal Production in Austrália**, Collingwood, v.25, p. 57-60, 2004.

FALCONER, D.S. Introdução à genética quantitativa. Viçosa: UFV, 1987. 279 p.

FARJALLA, Y.B. Desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de bovinos Nelore estratificados pela eficiência através do consumo alimentar residual. 2009. 58 f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia). Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2009.

FERNANDEZ, X. et al. Influence of intramuscular fat content on the quality of pig meat - 2. Consumer acceptability of m. Longissimus lumborum. *Meat Science*, v. 53, n. 1, p. 67–72, 1999.

GOMES, R.C. **Metabolismo protéico, composição corporal, características de carcaça e qualidade de carne de novilhos Nelore (Bos indicus) em função de seu consumo alimentar residual**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

GOMES, R.C. Metabolismo protéico, composição corporal, características de carcaça e qualidade de carne de novilhos Nelore (Bos indicus) em função de seu consumo alimentar residual. 2009. 93f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo, Pirassununga SP, 2009.

GOMES, R.C.; SANTANA, M.H.A.; FERRAZ, J.B.S. et al. **Ingestão de alimentos e eficiência alimentar de bovinos e ovinos de corte**. Ribeirão Preto, SP: FUNPEC Editora, 2012, 77p.

GRION, A.L. **Parâmetros genéticos de medidas indicadoras de eficiência alimentar de bovinos de corte**. 2012. 89f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável), Instituto de Zootecnia, Nova Odessa – SP, 2012.

HERD, R.M.; ARTHUR, P.F. Physiological basis for residual feed intake. **Journal of Animal Science**, v.87, supplement 2, p.64-71, 2009.

LANNA, DANTE PAZZANESE; ALMEIDA, R. Residual Feed Intake: um novo critério de seleção. **Simpósio da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal**, v. 5, 2004.

LEME, P.R.; GOMES, R.C. Características de carcaça de novilhos Nelore com diferente consumo alimentar residual. In: REUNIÓN ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL (ALPA), 20., 2007, Cuzco. Anais... Cuzco: ALPA, 2007.

MCGEE M.; WELCH C. M.; HALL, J. B.;† PAS; SMALL, W.;‡ HILL R. A. Evaluation of Wagyu for residual feed intake: Optimizing feed efficiency, growth, and marbling in Wagyu cattle. **Professional Animal Scientist** 29 (2013):51–56. Disponível em: <<http://pas.fass.org/content/29/1/51.full.pdf>> Acesso em: 07/04/2018.

MOORE, S. S., F. D. MUJIBI, AND E. L. SHERMAN. 2009. Molecular basis for residual feed intake in beef cattle. **J. Animal Science**. 87: E41-47. Disponível em: <http://www.animal-science.org/content/87/14_suppl/E41.full.pdf> Acesso em: 05/03/2018.

OLIVEIRA, J.A.; LOBO, R.B.; GONÇALVES, A.A.M. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicas de pesos e ganho em peso do nascimento aos 365 dias de idade em um rebanho da raça Guzerá. **Boletim de Indústria Animal**, São Paulo, v. 50, p. 119-123, 1993.

OLIVEIRA, Tais Ferreira de et al. Efeito da temperatura e umidade na ingestão de alimentos de touros nelore confinados no cerrado. 2016.

PAZ, C.C.P; LUCHIARI FILHO, A. Melhoramento genético e diferenças de raças com relação à qualidade da carne bovina. *Pecuária de corte*, n.101, p. 58-63, 2000.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias. Viçosa, MG: Editora UFV, 2007. 599p.

REIS, S.F.; PAULINO, P.V.R.; SILVA, R.A. et al. Residual feed intake in three-cross beef heifers: sensorial traits of Longissimus dorsi muscle. *Journal of Animal Science*, v.88, E-Suppl.2, p.66, 2010b.

SAINZ, R. D., CRUZ, G.D.; MONTEIRO, R.B.; RODRIGUEZ, J. A.; MONTEIRO, D. B.; GUIDI, V.; ANARUMA, R. J. Carcass composition and visceral organs are similar at harvest in low- and high-residual feed intake groups of Angus-Hereford steers, **Proceedings...** Western Section: American Society of Animal Science, p.401-403, 2006.

SAINZ, Roberto D.; ARAUJO, Fabiano RC. Tipificação de carcaças de bovinos e suínos. In: **Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de carne**. São Pedro: Editora do Centro de Tecnologia de Carnes, 2001.

SANTANA, M. H. A; GOMES, R. C., FERRAZ, J. B.S; JUNIOR, P. R. 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.

SANTOS, P. F. et al. Correlação genética, fenotípica e ambiental em características de crescimento de bovinos da raça Nelore variedade mocha. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 2, 2005.

SAS Institute Inc. **SAS OnlineDoc® 9.1.3**. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2004.

SHIRANITA, Kazuhiko; MIYAJIMA, Tsuneharu; TAKIYAMA, Ryuzo. Determination of meat quality by texture analysis. **Pattern Recognition Letters**, v. 19, n. 14, p. 1319-1324, 1998.

SHRECK, A.L. et al influence of feed efficiency on profitability of individually fed feedlot cattle. In: 2008 ADSA-ASAS JOINT MEETING, 2008, Indianópolis. **Anais...** Indianópolis: FASS, 2008.

WANG, Z.; NKRUMAH, J.D.; LI, C.; BASARAB, J.A.; GOONEWARDENE, L.A.; OKINE, E.K.; CREWS, D.H. AND MOORE, S.S. 2006. Test duration for growth, feed intake, and feed efficiency in beef cattle using the Growsafe system. **J Anim Sci**, 84: 2289-2298.

YOKOO, MJI et al. **Avaliação genética de características de carcaça utilizando a técnica do ultrassom em bovinos de corte**. Embrapa Pecuária Sul-Documentos (INFOTECA-E), 2011