

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Edilane Costa Martins

**CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL E SUA RELAÇÃO COM O DESEMPENHO,
COMPORTAMENTO INGESTIVO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA
MEDIDAS POR ULTRASSOM DE FÊMEAS DA RAÇA NELORE**

Diamantina

2017

Edilane Costa Martins

**CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL E SUA RELAÇÃO COM O DESEMPENHO,
COMPORTAMENTO INGESTIVO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA
MEDIDAS POR ULTRASSOM DE FÊMEAS DA RAÇA NELORE**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Severino Delmar Junqueira Vilella

**Diamantina
2017**

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

M386c Martins, Edilane Costa
 Consumo alimentar residual e sua relação com o desempenho,
 comportamento ingestivo e características de carcaça medidas por
 ultrassom de fêmeas da raça Nelore / Edilane Costa Martins. –
 Diamantina, 2018.
 77 p. : il.

 Dissertação (Mestrado – Curso de Pós-Graduação em Zootecnia) -
 Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

 1. Eficiência alimentar. 2. Consumo. 3. Growsafe. 4. Stepwise.
 I. Villela, Severino Delmar Junqueir. II. Título. III. Universidade
 Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

EDILANE COSTA MARTINS

**CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL E SUA RELAÇÃO COM
DESEMPENHO, COMPORTAMENTO INGESTIVO E CARACTERÍSTICAS
DE CARCAÇA MEDIDAS POR ULTRASSOM DE FÊMEAS DA RAÇA
NELORE**


Dissertação apresentada ao
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ZOOTECNIA - STRICTO SENSU,
nível de MESTRADO como parte dos
requisitos para obtenção do título de
MAGISTER SCIENTIAE EM
ZOOTECNIA

Orientador : Prof. Dr. Severino Delmar
Junqueira Villela

Data da aprovação : 28/06/2017



Prof.Dr. IDALMO GARCIA PEREIRA - UFMG



Prof.ª Dr.ª CRISTINA MOREIRA BONAFE - UFVJM



Prof.Dr. SEVERINO DELMAR JUNQUEIRA VILLELA - UFVJM

DIAMANTINA

*Aos que sempre estiveram ao meu lado,
aos que me ensinaram a ser quem sou,
aos meus pais.
Dedico*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por me manter forte e me permitir chegar até aqui, por me permitir galgar mais este degrau e conquistar mais esta vitória.

Agradeço aos meus pais, Geraldo e Fátima, meus primeiros mestres, por todo ensinamento dado até aqui, por toda dedicação, por todo carinho, amor, proteção e apoio. Esta vitória é tanto minha quanto deles.

Agradeço às minhas irmãs Lidiane e Flaviane, por me ouvirem e me aconselharem sempre que precisei e aos meus sobrinhos pelas horas de divertimento e sorriso fácil que tanto me aquece o coração.

Aos doutores do departamento de Zootecnia com os quais aprendi muito durante estes dois anos e sei que sempre que quiser aprenderei muito mais com eles.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Severino Villela, por todos os conselhos, direções, aprendizado, conversas e muitas risadas, afinal ninguém é de ferro e há momentos que nada melhor que uma boa risada para espantar o desânimo.

Ao Prof. Dr. Idalmo Garcia e a discente de doutorado Luiza pela ajuda com a estatística. E ao Dr. Paulo Gustavo por toda ajuda durante a confecção desta dissertação.

Ao colega cláudio Henrique pela ajuda com o contato para conseguir os dados utilizados neste trabalho.

Agradeço ao analista da Embrapa Pecuária Sudeste Egleu Mendes, pela disponibilização dos dados utilizados nesta dissertação e por todos os conselhos.

Ao Dr. Luciano, proprietário da fazenda Rancho da Matinha que nos recebeu tão bem e nos disponibilizou os dados de sua propriedade para a realização desta dissertação.

À Elizângela pelo excelente trabalho realizado na secretaria do departamento de Zootecnia e pela amizade e ajuda para resolver os problemas que surgiram.

Aos amigos Ana Paula, Camila, Elton, Helenita, Kárito, Mariane, Michele, Natália e Laís pela paciência, desabafos, risadas, abraços, horas de estudo, descontração e por todo apoio.

Às amigas que ficaram longe, Shirley e Vanessa, mas sempre perto em coração e pensamento.

Àqueles que não podem mais estar aqui entre nós, mas que nunca serão esquecidos, pois era desejo deles também que eu alcançasse esta vitória.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

A todos o meu muito obrigada!

BIOGRAFIA

MARTINS, Edilane Costa, filha de Geraldo Martins de Oliveira e Maria de Fátima Costa Martins. Nascida na cidade do Serro – MG em 06 de junho de 1987.

Formada em Zootecnia em maio do ano de 2013 pela Universidade Federal de Viçosa - UFV.

Iniciou o curso de mestrado em fevereiro do ano de 2015 na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM com concentração dos estudos na Nutrição e Produção de Ruminantes – Bovinocultura de corte, submetendo-se à defesa em junho de 2017.

“NA DIFICULDADE ENCONTRA-SE A OPORTUNIDADE”

ALBERT EINSTEIN

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho verificar se o consumo alimentar residual (CAR) apresenta influência sobre as características de carcaça, desempenho e comportamento ingestivo de fêmeas prenhes bovinas da raça Nelore. Foram utilizados dados provenientes de dois testes de eficiência alimentar realizado na Fazenda Rancho da Matinha, Uberaba – MG. Foram testadas 273 fêmeas prenhes da raça Nelore nos anos de 2015 e 2016. A mensuração do consumo de alimento e comportamento ingestivo foi realizado através do sistema *GrowSafe*® e as características de carcaça foram medidas através de ultrassom. Os animais foram distribuídos em dois piquetes idênticos em relação ao tipo de solo, tamanho e incidência solar, contendo oito cochos do sistema *GrowSafe*® em cada piquete, sendo que cada cocho atendeu nove animais, então cada piquete comportou 72 animais. Quatro modelos de predição de consumo foram testados para saber qual melhor explica a variação no consumo, para isto foi realizada a análise de regressão Stepwise para indicar a ordem de inclusão das características de carcaça ao modelo base. Foram gerados os coeficientes de correlação de Pearson fenotípicos (PROC CORR; SAS Inst. Inc.) entre as características ajustadas de eficiência alimentar, desempenho e composição da carcaça por ultrassom. Um modelo de efeitos fixos (PROC MIXED) foi utilizado para examinar o efeito fixo do grupo de CAR sobre o desempenho, a eficiência alimentar, a composição de carcaça por ultrassom e as características de comportamento ingestivo. O melhor modelo (modelo 4) de predição do consumo de matéria seca (CMS) explicou 55,36% da variação do consumo de matéria seca esperado. Os animais foram divididos em grupos de baixo, médio e alto CAR. Os animais de baixo CAR apresentaram CMS cerca de 1,9kg menor que os animais de alto CAR. As características de carcaça medidas como: espessura de gordura (EG), espessura de gordura na picanha (EGP8), marmoreio (MAR) e acabamento (ACAB) não apresentaram diferença significativa entre os grupos de CAR, logo o grupo de CAR em que o animal está inserido não influenciou a composição destas características na carcaça do animal. Houve diferença significativa entre os grupos de CAR para as características de comportamento ingestivo soma de duração da refeição (SDURR), tempo de visita (TEMPV), média de tempo de visita (MTEMPV) e visita dia (VISD), sendo que os animais pertencentes ao grupo de baixo CAR apresentaram os menores valores para estas características. Assim concluiu-se que a seleção de fêmeas prenhes para a medida de eficiência alimentar CAR não prejudica o desempenho e a composição de carcaça, principalmente se tratando da deposição de gordura. O comportamento ingestivo dos animais selecionados para baixo CAR mostrou que estes animais poupam energia ao

passarem menos tempo se alimentando, possibilitando assim maior gasto de energia com a produção.

Palavras chave: eficiência alimentar. consumo. *GrowSafe. stepwise.*

ABSTRACT

The objective of this study was to verify if the RFI has influence on the carcass characteristics, performance and ingestive behavior of pregnant Nelore cattle females. Data from two feed efficiency tests were used at Fazenda Rancho da Matinha, Uberaba - MG. A total of 273 pregnant Nelore females were tested in the years 2015 and 2016. Measurement of feed intake and ingestive behavior was done using the GrowSafe® System and the carcass characteristics were measured by ultrasound. The animals were distributed in two identical pickets in relation to the soil type, size and solar incidence, each picket had eight GrowSafe System and attended about eight animals each. Four models of consumption prediction were tested to determine which better explains the variation in consumption. For this, the Stepwise regression analysis was performed to identify the order of inclusion of the carcass characteristics to the base model. The phenotypic Pearson correlation coefficients (PROC CORR; SAS Inst. Inc.) were generated among the adjusted characteristics of feed efficiency, performance and ultrasound carcass composition. A fixed effects model (PROC MIXED) was used to examine the fixed effect of the RFI group on performance, feed efficiency, ultrasound carcass composition and ingestive behavior characteristics. The best model (model 4) for predicting dry matter consumption (DMI) explained 55.36% of the expected dry matter consumption variation. There was no significant difference between the RFI groups for the initial live weight (BW) and the average daily gain (ADG), which confirms that the RFI is independent of growth and body size in cattle. The RFI had a significant effect on DMI, with low RFI animals presenting DMI about 1.9 kg lower than the high RFI animals. The carcass characteristics of fat (EG), fat thickness (EGP8), marbling (MAR) and finishing (ACAB) showed no significant difference between the RFI groups, so the RFI group in which the animal is inserted did not alter the composition of these characteristics in the carcass of the animal. There was a significant difference between the groups of RFI for the ingestive behavior of the sum of meal duration (SDURR), time of visit (TEMPV), average visit time (MTEMPV) and day visit (VISD), and the animals belonging to the low RFI group presented the lowest values for these characteristics. Thus, it was concluded that the selection of pregnant females for the RFI feed efficiency measure does not affect the performance and carcass composition especially when it comes to fat deposition. The ingestive behavior for the animals selected for lower RFI showed that this animals save energy by spending less time feeding, thus allowing greater energy expenditure with the production.

Keywords: feed efficiency. intake. GrowSafe. stepwise.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Relação entre consumo observado e consumo estimado de novilhos Nelore em confinamento, destacando dois animais de similares peso vivo médio e ganho médio diário	28
Figura 2 – Relação entre consumo observado e consumo estimado de novilhos em confinamento, destacando dois animais de consumo alimentar residual (CAR) extremos	29
Figura 3 – Efeito da seleção na relação entre consumo observado e consumo estimado.....	30
Figura 4 – Representação dos componentes do GrowSafe® System.....	36
Figura 5 – Programa de aquisição de dados.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Definições das características de comportamento ingestivo.....	53
Tabela 2 – Composição química da Silagem e da dieta total.....	56
Tabela 3 – Estatísticas descritivas (\pm DP) dos testes de eficiência alimentar de fêmeas bovinas da raça Nelore.....	57
Tabela 4 – Estatísticas descritivas geral dos testes de eficiência alimentar de fêmeas bovinas da raça Nelore.....	58
Tabela 5 – Percentual da variação explicada (R^2) por diferentes modelos para derivar o consumo alimentar esperado para crescimento de fêmeas bovinas da raça Nelore.....	59
Tabela 6 – Correlações de Pearson entre as características de crescimento, consumo de alimento e eficiência alimentar de fêmeas bovinas da raça Nelore.....	61
Tabela 7 – Efeitos do consumo alimentar residual (CAR do modelo base) sobre o desempenho, eficiência alimentar, medidas de ultrassom da composição da carcaça e características de comportamento ingestivo de fêmeas bovinas da raça Nelore.....	62
Tabela 8 – Correlações de Pearson entre as características de eficiência alimentar e características de carcaça medidas por ultrassom de fêmeas bovinas da raça Nelore.....	65
Tabela 9 – Correlações de Pearson entre as características de eficiência alimentar e características de carcaça medidas por ultrassom de fêmeas bovinas da raça Nelore.....	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACAB	Acabamento
AOL	Área de olho de lombo
APTA	Agência Paulista de tecnologia dos agronegócios
CA	Conversão alimentar
CAR	Consumo residual alimentar
CMS	Consumo de matéria seca
CMSe	Consumo de matéria seca esperado
CRITR	Critério de refeição
DP	Desvio padrão
EG	Espessura de godura
EGP8	Espessura de gordura na picanha
FREQR	Frequência da refeição
GPD	Ganho de peso diário
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IZ	Instituto de Zootecnia
MAR	Marmoreio
MCONSR	Média de consumo da refeição
MCONSV	Média de consumo por visita
MDURR	Média de duração da refeição
MTEMPV	Média de tempo de visita
PVF	Peso vivo final
PVI	Peso vivo inicial
PVM ^{0,75}	Peso vivo metabólico
RDM	Rancho da Matinha
SDURR	Soma da duração da refeição
TEMPV	Tempo de visita
VISD	Visita por dia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	23
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	25
2.1 Raça Nelore	25
2.2 Efeito da gestação sobre o consumo	26
2.3 Eficiência alimentar	27
2.3.1 Medidas de eficiência alimentar.....	28
2.4 Consumo Alimentar Residual – CAR.....	29
2.5 Comportamento ingestivo dos ruminantes.....	32
2.5.1 Relação entre CAR e comportamento ingestivo	36
2.6 Sistema <i>GrowSafe</i>®.....	36
2.7 Características de carcaça por ultrassonografia.....	39
2.7.1 Relação entre CAR e composição da característica de carcaça.....	40
3 ARTIGO	52
3.1 INTRODUÇÃO	52
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	54
3.2.1 Fonte dos dados.....	54
3.2.2 Mensuração do Consumo.....	54
3.2.3 Características avaliadas	55
3.2.4 Dieta	59
3.2.5 Análise estatística.....	60
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
3.4 CONCLUSÃO.....	72
REFERÊNCIAS	73

1 INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente o rebanho bovino brasileiro conta com aproximadamente 218 milhões de cabeças (MAPA, 2016), sendo que a maior parte deste rebanho está concentrado na região centro-oeste do país e destas 218 milhões de cabeças mais de 100 milhões são de animais da raça Nelore ou anelrados (ACNB, 2017). Estes números colocam o Brasil entre os maiores produtores de bovinos do mundo com o maior rebanho comercial do globo. Em 2016 as exportações de carne brasileiras fecharam o ano com faturamento de US\$ 5,5 bilhões (7% menor que o faturamento de 2015), sendo Hong Kong o maior importador do produto (ABIEC, 2017).

O processo de produção da carne é oneroso para o produtor, principalmente a alimentação, que é a maior despesa individual para a bovinocultura de corte intensiva, portanto, buscar animais mais eficientes na utilização dos nutrientes dos alimentos fornecidos ajuda a reduzir os custos de produção (LANCASTER et al., 2009a). Além disso, a habilidade para identificar animais que ingerem menos alimento, sem comprometer o desempenho, poderá aumentar substancialmente a lucratividade, por reduzir os custos de produção e melhorar a eficiência do sistema no geral, além de reduzir impactos ambientais dos sistemas de produção de carne (BASARAB et al., 2003; NKRUMAH et al., 2014; OLIVEIRA, 2014).

Para isto, estudos têm sido desenvolvidos a fim de determinar a eficiência alimentar dos animais, para selecionar aqueles que sejam mais eficientes, que consumam menos alimento, mas mantenham ou aumentem seu desempenho. Existem vários métodos de determinação de eficiência alimentar, dentre eles está a conversão alimentar (CA), muito usada pelos pesquisadores. No entanto a CA é fortemente correlacionada negativamente com as características de crescimento e tamanho à maturidade. A seleção para CA resultaria em um aumento no tamanho à maturidade e nas exigências nutricionais de manutenção (HERD e BISHOP, 2000), o que não é interessante para o produtor, principalmente em relação as fêmeas que permanecem por mais tempo no sistema de criação, uma vez que ele busca economicidade e redução dos custos de produção.

Por este motivo, Koch et al. (1963) sugeriram que o consumo alimentar residual (CAR) seria uma melhor medida para determinar a eficiência alimentar por ser independente das características de crescimento, já que o CAR é medido de acordo com a diferença entre o consumo de matéria seca observado e o consumo de matéria seca estimado, separando os animais em eficientes (baixo CAR) e ineficientes (alto CAR).

Entretanto a eficiência alimentar não é o único fator que pode influenciar o desempenho dos animais. O comportamento ingestivo durante as atividades de mastigação e ruminação podem ter efeito sobre a digestibilidade e tempo médio de retenção da digesta no trato gastrointestinal dos ruminantes (CLAUSS et al., 2010) e tem sido estudado como um fator que afeta o consumo alimentar residual (MONTANHOLI et al., 2009). Mensurar o comportamento ingestivo dos animais sempre foi trabalhoso por necessitar de mãos de obra treinada para observação constante dos animais, porém apresenta baixo custo de aplicação. Hoje com o avanço da tecnologia, fazer as observações para determinar o comportamento ingestivo dos animais se tornou mais fácil e confiável, apesar do custo ser mais elevado.

Uma das tecnologias que surgiu para facilitar o trabalho de observação do comportamento ingestivo foi o sistema *GrowSafe*®. Neste sistema as leituras de cocho e as observações do comportamento ingestivo são feitas por computadores, que gravam todas as informações de cada animal em estudo e as armazena em bancos de dados para posteriores análises.

O sistema *GrowSafe*® vem sendo utilizado em vários países, como Canadá, Austrália e Estados Unidos da América, para determinar a eficiência alimentar bovinos. No Brasil este sistema tem sido utilizado para determinar a eficiência alimentar de bovinos de raças taurinas e zebuínas, no entanto ainda existem poucos trabalhos de eficiência alimentar relacionados a animais zebuínos, especificamente o Nelore. Com isto, objetivou-se com este estudo, caracterizar a eficiência alimentar e sua relação com o comportamento ingestivo, desempenho e com as características de composição de carcaça por ultrassonografia de fêmeas Nelore.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Raça Nelore

Acredita-se que a entrada de bovinos no território brasileiro se deu junto ao período do descobrimento e da colonização (OLIVEIRA et al., 2002). O rebanho da bovinocultura de corte do Brasil é composto, em sua maioria, por animais *Bos taurus indicus*, principalmente a raça Nelore. O primeiro casal de animais da raça Nelore chegou ao Brasil em meados de 1868 em um navio que ia rumo a Inglaterra e ancorou em um porto em Salvador, onde esses animais foram comercializados, permanecendo assim em terras brasileiras (ACNB, 2017). Aos poucos a raça foi se expandindo pelo país, primeiro no Rio de Janeiro, e depois em São Paulo e Minas Gerais e em 1938, com a criação do registro genealógico, começaram a ser definidas as características da raça. Hoje, estima-se que o Brasil possua um rebanho com aproximadamente 218 milhões de bovinos de corte e leite criados, em maior porcentagem, a pasto (MAPA, 2016), dos quais 80% do gado destinado ao corte é da raça Nelore ou anelorado, o que equivale a mais de 100 milhões de cabeças (ACNB, 2017). Há 11 anos atrás o rebanho de matrizes de corte era estimado entre 65 a 70 milhões de cabeças (VASCONCELOS e MENEGHETTI, 2006). O Nelore brasileiro, além de ser considerado hoje como um patrimônio legitimamente nacional (ABCZ, 2007), também produz carne saudável e natural, exportada para vários países e cada vez mais demandada por consumidores esclarecidos do mundo todo.

As condições climáticas do local onde deseja-se instalar sua produção, os recursos disponíveis pelo proprietário, presença ou ausência de mão de obra de boa qualidade, entre outros fatores interferem na escolha da raça para produção de carne, pois existem raças adaptadas a cada situação, a cada região (SARCINELLI et al., 2007), dessa maneira a raça Nelore se mostrou uma ótima escolha para os produtores brasileiros, uma vez que se adaptou muito bem ao clima do país. Esta é essencialmente produtora de carne, no entanto, em sua origem, já foi explorada para produção de leite. Dentre as variedades trazidas da Índia, a raça Nelore é a que vem sofrendo mais seleção, objetivando a obtenção de novilhos para corte cada vez melhores.

Os animais desta raça têm a seu favor uma boa conformação, cabeça pequena e leve, ossatura fina e leve, e alcança bom desenvolvimento. Os bezerras Nelore são saudáveis, fortes, espertos e, poucas horas depois do parto, já se deslocam com o rebanho. É um animal rústico, suporta bem as condições climáticas do país, é bem resistente a endo e ectoparasitas,

além de apresentarem baixa exigência nutricional (MACEDO, 2006). Possuem um intervalo de partos maior que os animais da raça europeia e tem puberdade tardia, no entanto apresentam boa fertilidade. As fêmeas demonstram alta habilidade materna, e possuem inclinação natural na garupa, além de boa angulosidade e abertura pélvica, que facilita o parto eliminando a incidência de parto distócico (SARCINELLI et al., 2007). Os animais se destacam pela maior superfície corporal, em relação ao seu peso, o que significa uma área maior para irradiação do calor. Salienta-se que os animais da raça Nelore têm baixo nível de metabolismo: alimentam-se menos e por isto gera menos calor (SARCINELLI et al., 2007). São animais que conseguem alcançar bom desempenho a pasto, o que é importantíssimo para os criadores brasileiros, pois, cerca 90% da criação de bovinos de corte do país é feita nestas condições.

Hoje a raça Nelore é a principal raça utilizada pelos produtores de bovinos de corte do país, e assim sendo, existe uma crescente demanda de pesquisa com esta raça em vários aspectos para que assim mais informações sejam coletadas e levadas para o campo afim de melhorar a produção de carne de forma mais econômica para o produtor.

2.2 Efeito da gestação sobre o consumo

Quando o animal se encontra em gestação, o pensamento é que este animal consumirá mais alimento para suprir todas as exigências nutricionais da gestação, no entanto o que se observa é o oposto. Animais em estágio gestacional apresentam redução no consumo de alimento. Ingvarsten et al. (1992) compilaram em uma tabela informações de 20 grupos de vacas de nove autores onde observou-se que no final da gestação houve mudanças na ingestão voluntária de alimento variando de um aumento de 0,2% por semana até um declínio de 9,4% por semana. Segundo estes mesmos autores, observando seus próprios dados, as novilhas apresentaram redução na ingestão de alimentos nas últimas 14 semanas de gestação em 1,53% (0,17 kg) por semana, chegando a uma redução de até 30% durante os últimos cinco dias de gestação. É importante salientar que novilhas e vacas apresentam diferentes variações de consumo durante a gestação (INGVARTSEN e ANDERSEN, 2000).

A ingestão diária de alimento tem o intuito de fornecer ao animal energia suficiente para atender a demanda de manutenção, engorda e produção, porém a ingestão poderá ser limitada por fatores físicos, como a distensão do rumém, que levará em conta o espaço abdominal disponível para tal e poderá ser limitada também por fatores metabólicos, como o suprimento do requerimento de energia (FORBES, 2007). Há relatos de que vacas em gestação apresentam reduzida ingestão de alimentos, no final da gestação, por causa do

crescimento do útero grávido, que comprime o rúmen reduzindo seu volume, além do aumento de gordura abdominal (FORBES, 2007).

Entretanto, de acordo com Gionbelli et al. (2016), não só a limitação física influencia na ingestão de alimentos, pois quando ocorre o parto há diminuição da compreensão do rúmen pelo útero grávido pela saída do líquido amniótico, feto e membranas fetais, com isso era esperado que houvesse rápido aumento no consumo voluntário de alimentos nos primeiros dias pós parto se a compressão do rúmen fosse o único fator limitante de consumo. No entanto, segundo Friggens et al. (1998), não foi observado rápido aumento na ingestão de matéria seca logo após o parto, pelo contrário, o aumento na ingestão de matéria seca foi relativamente lento.

Então há de se levar também em conta fatores fisiológicos inerentes da gestação como limitantes de CMS. É comum observar redução na ingestão de alimento por parte das fêmeas durante o estro, quando os níveis de estrogênio são altos e os de progesterona baixos (FORBES, 2007). Durante a gestação há produção e liberação, pelos ovários, de dois hormônios esteróides (estradiol e progesterona) e um protéico (relaxina). O estrógeno tem função de promover o comportamento sexual, estimular o desenvolvimento das características sexuais secundárias e possui efeitos anabólicos proteicos, aumentando o ganho de peso e o crescimento. O mecanismo provável para o aumento do crescimento pode estar relacionado à habilidade dos estrógenos em estimular a hipófise para a liberação de maiores quantidades de hormônio de crescimento (HAFEZ et al., 2004).

Segundo Forbes (2007) o estrógeno atua como promotor de crescimento quando em baixas dosagens, enquanto que quando secretado em maiores dosagens provoca redução na ingestão de alimento. Aumento na secreção de estrogênio é observado na primeira metade da gestação, com concentrações plasmáticas girando em torno de 300 pg/ml e no final da gestação quando as concentrações plasmáticas podem chegar a 4000-6000 pg/ml. Dessa maneira inferiu-se que a redução na ingestão de alimento no final da gestação pode estar relacionada aos estrogênios, pois no momento de maior concentração deste hormônio é quando o animal apresenta menor ingestão de alimento.

2.3 Eficiência alimentar

Entende-se por eficiência na produção animal como a melhor utilização dos recursos possíveis para geração de produtos. A eficiência alimentar tem como objetivo diminuir o custo com alimentação por meio de medidas nutricionais ou produção de animais

geneticamente superiores para essa característica. A eficiência alimentar (kg de ganho/kg de consumo) é uma medida bruta de eficiência com sérias limitações para ser utilizada como parâmetro de seleção por ser correlacionada positivamente com ganho de peso e peso à idade adulta (ALMEIDA, 2014).

2.3.1 Medidas de eficiência alimentar

Ao longo dos anos várias medidas foram propostas a fim de se avaliar a eficiência alimentar, como: a conversão alimentar, eficiência alimentar bruta, consumo alimentar residual, ganho residual e consumo do ganho residual. Todas estas medidas são correlacionadas com eficiência alimentar, porém a conversão alimentar e a eficiência alimentar bruta também se correlacionam com as características de crescimento, ao contrário do consumo alimentar residual (ARTHUR et al., 2001; MONTANHOLI et al., 2007).

A conversão alimentar está entre os parâmetros mais conhecidos de avaliação para eficiência alimentar e é tradicionalmente o índice mais utilizado para se mensurar a eficiência alimentar em bovinos de corte (BERRY, 2008). A conversão alimentar (CA) é uma medida bruta obtida entre a razão do consumo de matéria seca (CMS) e o ganho de peso médio diário (GMD). Da mesma forma, o oposto dessa medida, (GMD: CMS), tem sido utilizada como medidas equivalentes.

A seleção de animais com base na CA pode melhorar a eficiência alimentar dos animais durante as fases de crescimento e terminação, no entanto pode não melhorar a eficiência ou rentabilidade de todo o sistema de produção (ARCHER et al., 1999). A conversão alimentar como parâmetro de seleção em bovinos de corte pode comprometer a eficiência reprodutiva do rebanho de cria em condições de limitações nutricionais, devido à alta correlação entre CA e o peso adulto, o que implicaria no aumento das exigências nutricionais (LANNA, 2003).

Dessa maneira vários estudos têm surgido com o intuito de melhorar a eficiência alimentar dos animais, ou seja, reduzir o consumo de alimento sem reduzir o desempenho. Dentre os vários estudos, já realizados e ainda em andamento no país, está o estudo do consumo alimentar residual (CAR), que visa exatamente identificar e selecionar aqueles animais que são mais eficientes por consumirem menos quantidade de alimento, mas que mantêm e/ou aumentam seu desempenho produtivo ao utilizar melhor os nutrientes do alimento ingerido.

A seleção para o consumo alimentar residual, não teria os contratempos existentes na seleção para CA, já que o CAR é independente do peso adulto e do ganho de peso. Assim a seleção para animais CAR negativos não aumentaria a exigência de manutenção e também não prejudicaria a reprodução por um possível excesso de peso do animal pois, a seleção para CAR tem o potencial de melhorar a eficiência alimentar sem alterar o tamanho adulto do animal (HERD e BISHOP, 2000) melhorando também a eficiência de todo o sistema. De acordo com Lawrence et al. (2011), o CAR é uma ramificação positiva óbvia para melhorar a eficiência alimentar de crescimento e terminação do gado, assim como a eficiência alimentar do rebanho de fêmeas.

2.4 Consumo Alimentar Residual – CAR

O CAR é usado para mensuração da eficiência alimentar dos animais e é definido como a diferença entre o consumo de matéria seca observado e o consumo estimado, conforme proposto por Koch et al. (1963) para bovinos.

O CAR é calculado individualmente durante um período médio de 70 a 90 dias em que os animais podem ficar em baias individuais ou em piquetes coletivos. Neste cálculo é realizado o registro diário da quantidade de alimento que foi oferecido e consumido, além do ganho médio de peso diário de cada um dos animais (SAINZ et al., 2006). De acordo com Paula et al. (2013), quando o animal apresenta CAR positivo, significa que o consumo observado foi maior do que o consumo estimado, para determinado nível de produção, o que não é de interesse, uma vez que este tipo de animal é visto como ineficiente. No entanto se o animal apresenta CAR negativo, isto significa que o consumo observado foi menor do que o consumo estimado, então é um animal eficiente, pois utiliza melhor o alimento para ganho.

Na Figura 1, de acordo com Lanna e Almeida (2004), o gráfico apresenta dois animais com peso vivo médio e ganho de peso diário similares. Por estes animais apresentarem mesmo peso e mesmo ganho, os consumos estimados para os dois são iguais (~10,9 kg/dia). A Figura 2 destaca os mesmos dois animais da Figura 1, demonstrando como o consumo de matéria seca de fato observado pode ser bem diferente do consumo de matéria seca estimado. Assim, pode-se perceber que apesar destes animais apresentarem consumos de matéria seca estimados bem próximos por terem peso vivo médio e ganho de peso diário similares, quando se mensura a real quantidade de matéria seca consumida observa-se que há diferença no consumo entre um animal e outro e isso demonstra que um animal é mais eficiente que o outro na utilização do alimento para ganho.

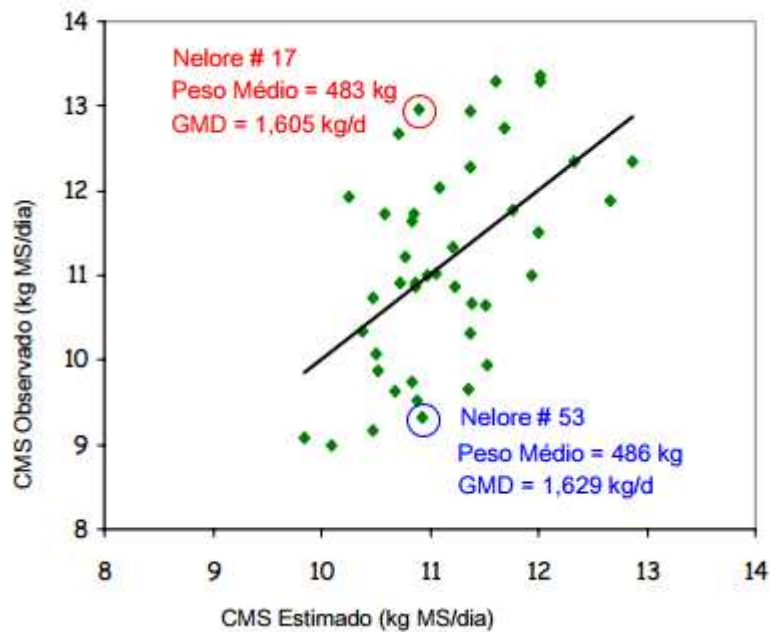


FIGURA 1. Relação entre consumo observado e consumo estimado de novilhos Nelore em confinamento, destacando dois animais de similares peso vivo médio e ganho médio diário. Fonte: LANNA e ALMEIDA (2004).

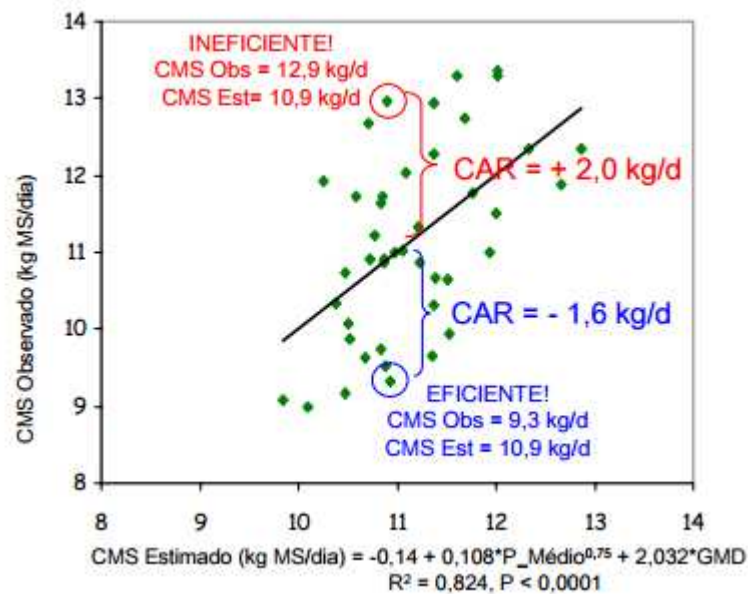


FIGURA 2. Relação entre consumo observado e consumo estimado de novilhos Nelore em confinamento, destacando dois animais de consumo alimentar residual (CAR) extremos. Fonte: LANNA e ALMEIDA (2004).

A avaliação da eficiência alimentar pelo CAR tem ganhado popularidade por ser independente de características de desempenho, como peso vivo e ganho de peso, e dessa forma, não implicar no aumento da exigência de manutenção do rebanho de cria. Animais CAR negativo (eficientes), geralmente possuem composição corporal diferente de animais CAR positivo (ineficientes).

Quando se avalia a eficiência produtiva, animais com maior proporção de tecido muscular são considerados mais eficientes em relação a animais com maior deposição de tecido adiposo na carcaça, uma vez que grande parte dos consumidores preferem uma carne com menos gordura. Em um cenário diferente animais que depositam mais gordura poderiam ser considerados mais eficientes do que animais que depositam mais tecido muscular. Nkrumah et al. (2004) e Basarab et al. (2003) relataram correlações positivas entre CAR e deposição de gordura na carcaça variando de 0,14 a 0,30, e correlações negativas entre CAR e deposição de músculo variando de -0,21 a -0,14, isto é, animais ineficientes (CAR positivos) possuem maior deposição de gordura na carcaça e animais eficientes (CAR negativos) maior deposição de músculo na carcaça. Esta tendência à menor deposição de gordura apresentada pelos animais CAR negativo, tem sido alvo de preocupação entre os estudiosos, já que esta redução na deposição de gordura poderia levar a uma depreciação da qualidade da carcaça, já que a capa de gordura atua na proteção da carcaça para que não ocorra o encurtamento muscular pelo frio, na fase de resfriamento, além de atuar na parte de qualidade da carne, principalmente quando se fala em maciez. No entanto, para corrigir tais problemas, tem sido sugerido que o consumo estimado seja calculado também em função da espessura de gordura subcutânea (MCDONAGH et al., 2001).

Todos os programas de melhoramento genético de bovinos de corte enfatizam a seleção para aumento das variáveis, tais como pesos a diversas idades, ganho médio diário, circunferência escrotal, características de carcaça e até mesmo o desempenho reprodutivo (LANNA & ALMEIDA, 2004), sem se atentar para a diminuição dos custos com alimentação. Diante dos benefícios econômicos e ambientais, a seleção para eficiência alimentar é um parâmetro óbvio para ser incluído em índices de melhoramento genético de bovinos de corte. Na Figura 3, como descrito por Lanna e Almeida (2004), observa-se o efeito da seleção para CAR no âmbito econômico. Depois de cinco anos de seleção foi observado que houve considerável retorno econômico para o produtor, já que quando se seleciona para CAR o objetivo é reduzir os custos com a alimentação obtendo animais mais eficientes e na Figura 3 observa-se que isto é possível.

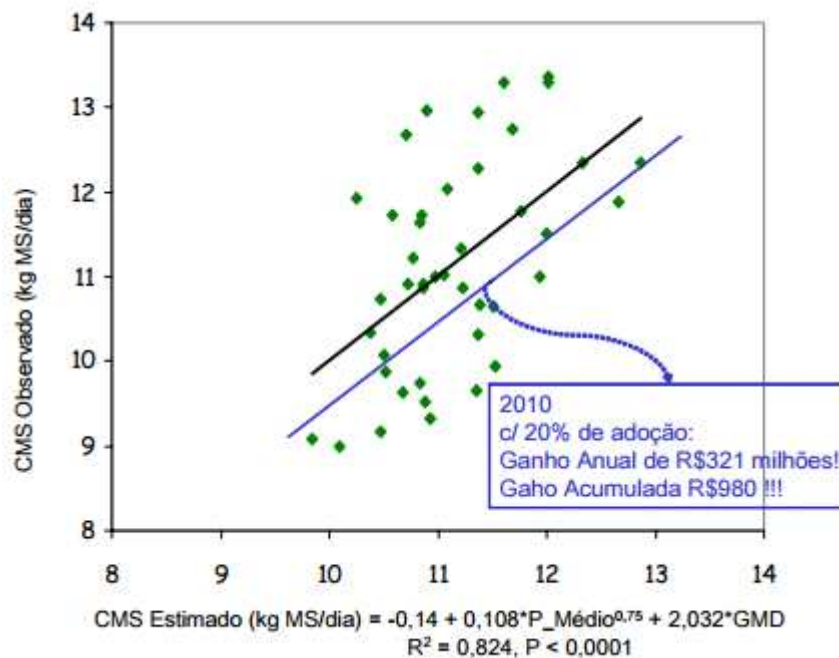


FIGURA 3. Efeito da seleção na relação entre consumo observado e consumo estimado. Benefício de 5 anos de seleção para consumo alimentar residual (CAR) assumindo 20% de adoção da tecnologia. Fonte: LANNA e ALMEIDA (2004).

Desta forma o CAR se destaca por permitir selecionar animais de menor consumo e exigências de manutenção sem alterar o peso adulto ou ganho de peso. Gibb e Mcallister (1999) reportaram que um incremento de 5% na eficiência alimentar tem impacto econômico quatro vezes superior ao obtido com 5% na taxa de ganho médio diário de peso.

2.5 Comportamento ingestivo dos ruminantes

O estudo do comportamento ingestivo visa compreender os efeitos quantitativos e qualitativos da dieta sobre o comportamento alimentar, relacionando-o com a ingestão para maximizar o desempenho animal. A importância do comportamento alimentar em ruminantes gera investimentos em pesquisas para fornecer dados que permitam aos animais um manejo nutricional adequado (MIZUBUTI et al., 2013). De acordo com Sousa (2007), o estudo do comportamento ingestivo dos ruminantes pode nortear a adequação de práticas de manejo que venham a aumentar a produtividade e garantir o melhor estado sanitário e longevidade aos animais.

Segundo Albright (1993), o estudo do comportamento ingestivo dos ruminantes tem sido usado com os objetivos de: 1) estudar os efeitos do arraçoamento ou quantidade e qualidade nutritiva de forragens sobre o comportamento ingestivo; 2) estabelecer a relação

entre comportamento ingestivo e consumo voluntário; e 3) verificar o uso potencial do conhecimento do comportamento ingestivo para melhorar o desempenho animal. Assim a observação ao comportamento ingestivo dos ruminantes tem sido utilizado para conhecer melhor a forma como o animal encara o alimento e a alimentação, com isto pode-se melhorar o manejo de arração a fim de minimizar as perdas existentes.

Muitos pesquisadores têm se esforçado na realização de estudos que possam confirmar a hipótese de que os animais conseguem fazer escolhas alimentares que melhor atendam suas necessidades metabólicas ou fisiológicas. Tais escolhas não teriam como base apenas as exigências nutricionais, como acreditava-se, mas também o que o animal julga ser melhor para seu próprio organismo, sob o aspecto de mantê-lo em conforto ou desconforto mínimo (FERREIRA, 2003). Assim estudos de alimentação animal mostram que os animais podem reconhecer o valor energético dos alimentos e podem avaliar o custo energético de obter o alimento. Tendo escolha, os animais usualmente preferem continuar comendo aqueles alimentos com que já estão acostumados (MARIANI, 2010) e dependendo do tipo de alimento fornecido aos animais o comportamento ingestivo será modificado.

Animais criados em confinamento e a pasto apresentam diferentes comportamentos ingestivos, pois o tipo de alimento e a forma como ele é ofertado mudam. Normalmente animais que se encontram confinados recebem a dieta (volumoso e concentrado) diretamente no cocho de alimentação, sendo que o volumoso costuma ter suas partículas reduzidas na picadeira antes de ser fornecido, enquanto que os animais que são criados a pasto, geralmente, recebem uma suplementação proteica e/ou energética ou somente sal mineral em cochos de alimentação instalados em locais estratégicos do pasto, mas o volumoso tem que ser buscado por eles mesmos durante o pastejo.

O comportamento ingestivo de um animal em pastejo pode ser descrito por variáveis que compõem o processo de pastejo. Sendo assim, o consumo total de forragem de um determinado animal em pastejo é o resultado do acúmulo de forragem consumida em cada ação de pastejo, o bocado, e da frequência com que os realiza ao longo do tempo em que passa se alimentando (CARVALHO et al., 2001). Carvalho e Moraes (2005) relataram que para animais a pasto, uma refeição é definida por uma longa sequência de pastejo. Quando se interrompe por vários minutos, a refeição anterior se define, e a próxima começará tão logo o animal comece uma nova sequência de pastejo.

A maioria dos estudos realizados com animais confinados são feitos com os animais em baias individuais, sem competição por água ou alimento, o que de acordo com Albright (1993) pode gerar um comportamento ingestivo significamente diferente das

situações em que os animais são mantidos em baias coletivas e podem competir entre si. Segundo Ronchesel (2012), os animais que são criados estabulados gastam em torno de duas horas consumindo alimentos ricos em energia, ou até mais de seis horas, para fontes com baixo teor de energia, de acordo com o relatado por Carvalho et al. (2006).

Da mesma forma, o tempo despendido em ruminação é influenciado pela natureza da dieta e, provavelmente proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Assim, quanto maior a participação de alimentos volumosos na dieta, maior será o tempo despendido com ruminação (VAN SOEST, 1994). Segundo vários autores, o período de ruminação pode aumentar em função de um maior consumo de alimentos contendo elevada proporção de constituintes fibrosos (MARQUES et al., 2006; PEREIRA et al., 2007; PEREIRA et al., 2009).

Gonçalvez et al. (2001) relataram que dietas contendo alto teor de fibra em detergente neutro promovem redução do consumo de matéria seca total, devido à limitação provocada pela repleção do rúmen-retículo. Por outro lado, dietas que contém elevados teores de concentrado e menores níveis de fibra também podem resultar em menor consumo de matéria seca e diminuição linear no tempo de ingestão (BURGER et al., 2000), uma vez que as exigências energéticas dos ruminantes poderão ser atingidas com menores níveis de consumo. Missio et al. (2010) ao trabalharem com animais recebendo incremento de concentrado na dieta observaram que o tempo destinado ao consumo de alimento apresentou comportamento linear decrescente com o incremento do teor de concentrado na dieta. Segundo estes autores, esse comportamento pode ser atribuído ao teor de matéria seca e à concentração energética da dieta, demonstrando que o aumento do nível de concentrado na dieta proporcionou aos animais consumirem mais alimento e, principalmente, mais energia em menor tempo.

Segundo Dado e Allen (1995), o comportamento ingestivo do animal é constituído pelos tempos de alimentação, ruminação e ócio e eficiência de alimentação e ruminação. Thiago et al. (1992) relataram que a quantidade de alimento ingerido por um ruminante, em determinado período de tempo, depende do número de refeições nesse período e da duração e taxa de alimentação de cada refeição. Cada um desses processos é o resultado da interação do metabolismo do animal e das propriedades físicas e químicas da dieta, estimulando receptores da saciedade.

Do mesmo modo, de acordo com Dado e Allen (1994), a ingestão diária pode ser descrita como o número e duração das refeições e a taxa de alimentação que ocorre durante as refeições, desta maneira, para o consumo diário aumentar, um ou mais desses três fatores

precisam aumentar. Segundo os mesmos autores, a alimentação inicia-se quando o bovino sente fome e termina quando se sente saciado, portanto, o consumo diário compreende a soma de vários fatores que são controlados individualmente por mecanismos de inapetência e saciedade. Kelly et al. (2010a) relataram que as respostas de comportamento animal podem alterar a atividade física e assim influenciar o gasto energético total e a eficiência alimentar. Por exemplo, estudos mostram que os animais eficientes se alimentam menos vezes ao dia e isto pode ser entendido como um mecanismo para poupar energia.

Na literatura é relatado que existe moderada herdabilidade para as características de comportamento alimentar em ovinos (CAMMACK et al., 2005) e bovinos (ROBINSON e ODDY, 2004). Kelly et al. (2010b) encontraram fortes estimativas de repetibilidade para as características de comportamento ingestivo e estes resultados foram corroborados pelos resultados encontrados por Gibb et al. (1998) e Nkrumah et al. (2007). O comportamento ingestivo, na maioria dos estudos feitos, é determinado através de observações visuais do comportamento do animal diante da alimentação, seja a pasto ou confinado.

Porém para que se tenha uma boa confiabilidade nos dados do comportamento ingestivo é necessário estabelecer uma metodologia a ser seguida e a escolha do intervalo de tempo entre as observações é um fator bastante importante (SILVA et al., 2002). No entanto a literatura relata dados controversos, fazendo-se necessários estudos para uma escolha correta daquele intervalo que possa aliar eficiência de observação e precisão dos resultados (SOUSA, 2007).

Para monitoramento do comportamento ingestivo, têm-se utilizado inúmeras técnicas/equipamentos, entre eles o colar Ethosys, GIS/GPS, Vibracorders, IGER Behavior Recorder, APEC, e mais recentemente gravadores do som emitido pelo animal em pastejo (bioacústica) (CARVALHO et al., 2007). Entretanto, a observação visual permanece como a forma mais utilizada, por não demandar custo com equipamentos e, se realizada de forma correta, proporcionar boa descrição do comportamento ingestivo animal (MEZZALIRA et al., 2011). Além das técnicas/equipamentos descritos acima, hoje existe também o sistema GrowSafe®, que além de medir o consumo diário dos animais mede também seu comportamento ingestivo, disponibilizando dados de: 1) frequência de refeição; 2) média da duração da refeição; 3) média de consumo por refeição; 4) soma da duração das refeições; 5) critério de refeição; 6) tempo de visita; 7) média de tempo de visita; 8) visita por dia; e 9) média de consumo por visita. Estes dados ajudam muito a entender como o animal se comporta durante a alimentação.

2.5.1 Relação entre CAR e comportamento ingestivo

Robinson e Oddy (2004) relataram que o CAR de animais menos eficientes foi associado ao maior tempo de alimentação por dia, maior número de visitas ao cocho por dia e taxa de ingestão (g/min). Esses resultados são semelhantes aos verificados por Herd et al. (2004), em que animais CAR positivos permaneceram 13% mais tempo com a apreensão e mastigação de alimentos. Nkrumah et al. (2007) avaliaram o CAR de novilhos da raça Angus e Charolês, e verificaram que os animais CAR negativos despenderam menos tempo com a alimentação, visitaram menos vezes o cocho, e apresentaram um menor gasto energético com essas atividades.

Kelly et al. (2010b) observaram, ao trabalharem com fêmeas cruzadas (Limousin x Friesian), uma relação positiva entre CAR e o número de eventos alimentares diários e a taxa de ingestão. Estes autores afirmam que essa relação positiva pode indicar que os animais mais eficientes passam mais tempo sendo sedentários, logo utilizam menos energia. Assim como Fitzsimons et al. (2014) que ao trabalharem com vacas gestantes, também relataram haver forte associação positiva entre CAR e o total de alimentação diário e o total de eventos diários de alimentação. No entanto estes autores não encontraram correlação entre CAR e nenhuma outra característica de comportamento alimentar medida. Lancaster et al. (2009) relataram que a duração da refeição foi positivamente correlacionada com CAR (0,41), GPD (0,17) e CMS (0,23). No entanto, Bailey (2011) encontraram fraca correlação entre CAR e frequência de alimentação (0,26), mas não foi correlacionada com a taxa de ingestão de refeições, o que contrasta com os resultados apresentados por Kelly et al. (2010b) e Montanholi et al. (2009).

Já Lawrence et al. (2011), ao avaliarem os grupos de CAR, relataram não haver diferença no CMS entre os grupos 7 horas após a alimentação, entretanto às 9, 12, e 24 horas após a refeição eles observaram que houve maior consumo de matéria seca pelas novilhas do grupo de alto CAR do que do grupo de baixo CAR.

2.6 Sistema *GrowSafe*®

Confinar animais em baias individuais e medir a ingestão de alimento ou água é uma forma rudimentar de registrar o consumo. Este método é extremamente trabalhoso e oneroso. Assim o sistema *GrowSafe*® foi desenvolvido com o intuito de atualizar e melhorar

esse registro de consumo individual dos animais sem precisar confinar em baias individuais e sem aumentar o trabalho, já que todo sistema é automatizado.

O sistema *GrowSafe*® (*GrowSafe*® System Ltd., Airdrie, Alberta, Canadá) é basicamente composto por um cocho eletrônico acoplado a uma balança eletrônica de forma que todo alimento que entra e sai do cocho será computado pelo sistema. O cocho possui embutida uma antena para a detecção da presença do animal, feita através do brinco do animal (brinco redondo EID Allflex Half Duplex; o mesmo utilizado em pesagem eletrônica de animais). Desta forma, o sistema detecta a presença do animal no cocho simultaneamente à quantidade de alimento consumida naquela visita. Todos os dados de visita ao cocho pelos animais juntamente com o consumo de cada visita são enviados por antena (Painel Principal) para um receptor (Painel Mestre) que está acoplado a um computador onde são compiladas todas as informações através de um sistema de aquisição de dados (MENDES, 2012). Na Figura 4 pode ser observado os componentes do sistema *GrowSafe*® citados acima que são utilizados para a coleta dos dados de consumo de alimento e comportamento ingestivo. E na Figura 5 observa-se o programa de aquisição de dados, ou seja, como os dados são recebidos e armazenados pelo sistema.



FIGURA 4. Representação dos componentes do *GrowSafe*® System. Fonte: (MENDES, 2012).



FIGURA 5. Programa de aquisição de dados: as barras representam o alimento no cocho; barra em vermelho indica a presença do animal no cocho. Fonte: (MENDES, 2012).

O sistema foi desenvolvido de forma que possa ser acessado e monitorado remotamente pela internet sempre que necessário, facilitando a troca de informações entre a fazenda e a assistência técnica. As principais vantagens da gravação contínua dos dados são que a análise de dados é flexível, permitindo que um usuário olhe para os dados de muitas maneiras diferentes. Nenhum dado é "perdido" - todos os eventos são gravados automaticamente, assim, eventos irregulares podem ser examinados com mais cuidado - micro-observações podem ser feitas dentro de um evento, a comparação intra e inter-estudo é mais fácil. Podem ser identificados eventos de alimentação, limpeza do cocho, vento, chuva e manutenção. O sistema *GrowSafe*® coleta os dados a cada segundo e as facetas de aquisição de dados, o cálculo de consumos, a medição de comportamento e a análise de dados é totalmente automatizada.

O sistema mede e/ou calcula a duração de cada evento de alimentação (a duração de um evento de alimentação é definida pelo usuário do sistema) e quanto o animal ingeriu, o tempo que o animal fica com a cabeça baixa durante o evento de alimentação, o desaparecimento do alimento durante o evento de alimentação, a frequência com que o animal se alimenta de acordo com o intervalo de tempo selecionado pelo usuário. O sistema também detecta os animais que estão no cocho sem consumir, número de animais se alimentando simultaneamente, hierarquia social: qual animal alimenta além de qual e qual animal alimenta primeiro.

Com o objetivo de resumir informações, o software do *GrowSafe System*® é configurado para agrupar dados de duração da alimentação, frequência de visita ao cocho e consumo. Assim, um critério de refeição de 300 segundos, geralmente é utilizado, ou seja, um retorno ao cocho, dentro de 300 segundos após a saída anterior, é considerado uma continuação da mesma visita, baseado no trabalho de validação do *GrowSafe System*®,

realizado por Schwartzkopf-Genswein et al. (2002). Se o animal não retornar ao cocho, após saída anterior, dentro de 300s e/ou ter o brinco detectado em outro cocho de alimentação será considerado uma nova visita ao cocho para este animal.

O sistema *GrowSafe*® está bem difundido nos Estados Unidos da América, com mais de 14 instalações, incluindo faculdades e propriedades privadas, assim como no Canadá. No Brasil, o primeiro equipamento do sistema *GrowSafe*® foi instalado no Rancho da Matinha através da parceria com a ABS- Pecplan em julho/2011. São realizados na propriedade pelo menos três testes/ano para avaliações dos animais do Rancho da Matinha visando a incorporação dos dados de CAR no programa de seleção genética Rancho da Matinha, uma característica de extrema importância e ainda pouco explorada na bovinocultura brasileira (MENDES, 2010). Hoje o Instituto de Zootecnia – SP, CRV Lagoa - SP e a Universidade Federal de Uberlândia - MG também contam com cochos do sistema *GrowSafe*®.

2.7 Características de carcaça por ultrassonografia

No Brasil, o uso da técnica de ultrassom em bovinos de corte para estimar algumas medidas de carcaça no animal vivo iniciou-se na década de 1990 (TAROUCO et al., 1993). Entretanto, foi somente a partir do ano 2000 que essa tecnologia começou a ser inserida nos programas de melhoramento genético de bovinos de corte, principalmente da raça Nelore (LÔBO et al., 2004). A área de olho-de-lombo, a espessura de gordura subcutânea e o marmoreio são características mensuradas por ultrassonografia que estão relacionadas ao ganho de peso diário, rendimento de carcaça, precocidade de acabamento, sabor e suculência da carne (CARTAXO et al., 2011). O objetivo principal da utilização da técnica de ultrassonografia é obter de forma rápida e barata, informações da carcaça que permitam a avaliação de animais vivos, e desta maneira subsidiar a seleção visando animais com carcaças uniformes e específicas para determinados mercados (TAROUCO, 2004).

Nos países desenvolvidos, a seleção para características de carcaça vem sendo realizada há vários anos em consequência dos preços diferenciados que o produtor recebe pela qualidade da carcaça (WILSON, 1992). Segundo Sainz et al. (2003), já existem países, a exemplo dos Estados Unidos da América, da Austrália, e dos países da União Europeia, em que o produtor recebe bônus ou penalização conforme a qualidade da carcaça de seus animais. No Brasil, poucos frigoríficos pagam por qualidade de carcaça, por isso não há muita preocupação dos produtores em obter animais com maior qualidade e rendimento de carne

(SAKAMOTO, 2012). Entretanto os produtores de bovinos de corte vem selecionando animais para características de carcaça não só pelo fato de haver alguns frigoríficos que pagam valor diferenciado por isto, mas porque quando faz-se a seleção para características de carcaça há melhora em várias outras características de produção, como precocidade de acabamento e reprodução, como precocidade sexual, e a mensuração da composição das características de carcaça feitas por exame de ultrassom evita que o animal seja abatido para ver esta composição.

Com a evolução da técnica e treinamento adequado de pessoal, a ultrassonografia conquistou seu espaço e, atualmente, é considerada a melhor maneira de coletar dados referentes à carcaça com os animais ainda vivos (CUCCO, 2010). Atualmente, as características para avaliar a qualidade da carcaça, obtidas por ultrassom em tempo real mais utilizadas são:

Área de Olho de Lombo (AOL) – medida coletada transversalmente no músculo *Longissimus dorsi* entre as 12^a e 13^a costelas, expressa em centímetros quadrados (cm²), utilizada como característica indicadora de tecido muscular (carne) ou terminação do animal e rendimento de carcaça; Espessura de gordura (EG) – medida na região entre as 12^a e 13^a costelas, quantifica a espessura de gordura subcutânea sobre o músculo *Longissimus dorsi*, é expressa em milímetros (mm), indica o grau de acabamento da carcaça, fator importante que determina a qualidade da carne por proteger a carcaça no resfriamento e possui correlação com o teor de gordura; Espessura de gordura na picanha (EGP8) – medida entre a intersecção dos músculos *Gluteus medius* e *Biceps femoris* localizados entre o ílio e o ísquio, é expressa em milímetros (mm), e também indica o grau de acabamento da carcaça, relacionando precocidade de crescimento e acabamento. A sua deposição é mais precoce que a das costelas (YOKOO et al., 2008); Gordura de marmoreio (MAR) - medida, em porcentagem, tomada diretamente sobre o músculo *Longissimus dorsi* entre as 11^a, 12^a e 13^a costelas e serve para predizer a quantidade de gordura intramuscular ali depositada (DIBIASI, 2006).

2.7.1 Relação entre CAR e composição da característica de carcaça

Uma limitação importante, ao se considerar animais selecionados para baixo CAR, está relacionada às carcaças com menor gordura de marmoreio e espessura de gordura subcutânea (RICHARDSON et al., 2001; SANTANA, 2013). Em um estudo conduzido com zebuínos entre 16 e 21 meses de idade, Leme e Gomes (2007) verificaram que animais de baixo CAR apresentaram menor deposição de gordura subcutânea, menores quantidades de

gordura renal, pélvica e inguinal e maior área de olho de lombo, sugerindo que estes animais apresentaram maior ganho em proteína e menor em gordura.

Estes fatos podem ser explicados por duas situações, sendo a primeira explicada pela menor concentração de leptina, hormônio associado ao aumento de gordura, em animais menos eficientes para CAR (RICHARDSON et al., 2004). A segunda hipótese que explica a redução da gordura subcutânea em animais mais eficientes é com relação as mudanças do metabolismo dos tecidos em resposta ao estresse, visto que animais de alto CAR são mais suscetíveis ao estresse (ARTHUR et al., 2001). Os mesmos autores também relatam que animais mais estressados supririam uma maior demanda energética com uma maior quebra tecidual das reservas corporais acarretando em menor eficiência de deposição de tecidos (ZANETTI, 2012).

Em geral, os diversos estudos realizados com raças taurinas apontam para uma relação positiva entre gordura corporal e CAR, indicando que animais mais eficientes apresentariam menor deposição de gordura e maior deposição de músculo. Porém, em sua maioria, esta associação tem sido pequena, levando alguns autores a sugerirem que a seleção para CAR não levaria a perdas em qualidade de carcaça (GOMES, 2009).

Jensen et al. (1992) e Arthur et al. (2001), dentre outros autores, relataram existir baixa correlação genética entre CAR e características de composição de carcaça em animais taurinos. Em animais zebuínos, Almeida, Leme e Lanna (2004) não observaram diferenças entre animais mais e menos eficientes da raça Nelore quanto à espessura de gordura subcutânea e a área de olho de lombo.

Muitos estudos com novilhas (LANCASTER et al., 2009b, KELLY et al., 2010), novilhos (NKRUMAH et al., 2004; CASTRO BULLE et al., 2007; BARWICK et al., 2009), e touros (SCHENKEL et al., 2004) mostraram que alto CAR está associado com a gordura corporal. Herd e Bishop (2000) e Basarab et al. (2003) relataram que animais baixo CAR apresentaram menor deposição de gordura na carcaça. Short et al. (1990) e DeRouen et al. (1994) observaram um antagonismo entre a gordura corporal e a eficiência reprodutiva de vacas. Assim foi levantada a hipótese de o CAR estar associado ao desempenho reprodutivo das vacas (LAWRENCE et al., 2011). As reduções na proporção de gordura da carcaça podem ser uma resposta favorável correlacionada à seleção de CAR em progênie destinadas ao abate, no entanto podem ser uma resposta não favorável em fêmeas de reposição devido à correlação positiva entre as reservas de gordura corporal e a eficiência reprodutiva (DEROUEN et al., 1994). Entretanto, Lancaster et al. (2009b) relataram que não foram

detectadas diferenças na gravidez, parto ou taxa de desmame entre vacas selecionadas de forma divergente para CAR.

Segundo Shaffer et al. (2010), como o CAR é independente da maioria das características de produção, o CAR também deve ser independente da fertilidade e, de fato, nem a taxa de concepção de primeiro serviço nem a taxa de prenhez foram afetadas pelo CAR.

REFERÊNCIAS

- ALBRIGHT, J. L. Nutrition and feeding calves: Feeding behavior of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.76, n.2, p.485-498, 1993.
- ALMEIDA, R.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D. Consumo alimentar 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. P.4. 2004.
- ALMEIDA, T.S. Desempenho, Comportamento E Composição Corporal De Touros Da Raça Nelore Classificados Pelo Consumo Alimentar Residual. 2014.42f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal De Goiás, Escola De Veterinária E Zootecnia - Programa De Pós-Graduação Em Ciência Animal, Goiânia, 2014.
- ARCHER, J.A. et al. Potential for selection to improve efficiency of feed use in beef cattle: A review. *Australian Journal of Agricultural Research*. V.50, p.147-161, 1999.
- ARTHUR, P. F.; ARCHER, J. A.; HERD, R. M.; MELVILLE, G. J. Response to selection for net feed intake in beef cattle. In: *Conference of the Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics*, 14, 2001, Queenstown. Proceedings... Queenstown: AAABG, 2001. p. 135-138. 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE – (ABIEC), 2017. Levantamento das exportações do ano de 2016. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/ExportacoesPorAno.aspx>. Acesso em 15-01-2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE ZEBU (ABCZ). Regulamento do serviço de registro genealógico das raças zebuínas. Uberaba, 2007. 138p. 2007.
- ASSOCIAÇÃO DE CRIADORES DE NELORE DO BRASIL- (ACNB), 2017. Histórico da Raça Nelore. Disponível em: <http://www.nelore.org.br/Raca/Historico>. Acesso em 15-01-2017.
- BAILEY, J.C. Feed Intake And Feeding Behavior Associations With Performance And Feed Efficiency Of Feedlot Cattle Fed A Corn-Based Diet. Submitted to the Office of Graduate Studies of Texas A&M University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science December 2011.
- BARWICK, S. A. et al. Genetics of steer daily and residual feed intake in two tropical beef genotypes, and relationships among intake, body composition, growth and other post-weaning measures. *Animal Production Science*, v.49, p.351-366, 2009.
- BASARAB, J.A. et al. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, v.83, p.189-204, 2003.
- BERRY, D.P. Improving feed efficiency in cattle with residual feed intake. In: GARNSWORTHY, P. (Ed). *Recent advances in animal nutrition*. Nottingham: University of Notttingham Press, 2008.P.67-99.

BURGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, p.236-242, 2000.

BURGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, p.236-242, 2000.

CAMMACK, K. M.; LEYMASTER, K. A.; JENKINS T. G.; NIELSEN, M. K. Estimates of 341 genetic parameters for feed intake, feeding behavior, and daily gain in composite ram lambs. *Journal of Animal Science*, v. 83, p. 777-785, 2005.

CARTAXO, F.Q.; SOUSA, W.H.; CEZAR, M.F.; COSTA, R.G.; CUNHA, M.G.G.; GONZAGA NETO, S. Características de carcaça determinadas por ultrassonografia em tempo real e pós-abate de cordeiros terminados em confinamento com diferentes níveis de energia na dieta. *R. Bras. Zootec.*, v.40, n.1, p.160-167, 2011.

CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de Ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: Ulysses Cecato; Clóves Cabreira Jobim. (Org.). *Manejo Sustentável em Pastagem*. Maringá-PR: UEM, 2005, v. 1, p. 1-20. 2005.

CARVALHO, P.C.F.; KOZLOSKI, G.V.; RIBEIRO FILHO, H.M.N. et al. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, p.151-170, 2007 (supl. especial).

CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C.; MORAES, A.; DELEGARDE R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: MATTOS, Wilson Roberto Soares. (Org.). *Anais da XXXVIII Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Piracicaba, 2001, v. 1, p. 853-871. 2001.

CARVALHO, S.; RODRIGO, M.T.; BRANCO, R.H. et al. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 2, p. 562-568, 2006.

CASTRO BULLE, F. C. P. et al. Growth, carcass quality and protein and energy metabolism in beef cattle with different growth potentials and residual feed intakes. *Journal of Animal Science*, v.85, p.928-936, 2007.

CLAUSS, M.; NUNN, C.; FRITZ, J.; HUMMEL, J. Evidence for a tradeoff between retention time and chewing efficiency in large mammalian herbivore. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*. 154:376-382, 2010.

CUCCO, D.C. Estudo genético quantitativo e molecular de características de crescimento e carcaça em bovinos da raça Nelore usando inferência bayesiana. 2010. 110p. Tese (Doutorado em Qualidade e Produtividade Animal), Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2010.

DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Variation in and relationships among feeding, chewing and drinking variables for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.77, p.132, 1994.

DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. *Journal of Dairy Science*, v.78, n. 1, p. 118-133. 1995.

DeROUEN, S.M. et al. Prepartum body condition and weight influences on reproductive performance of first-calf beef cows. *Journal of Animal Science*, v.72, p.1119-1125, 1994.

DIBIASI, N.F. Estudo do crescimento, avaliação visual, medidas por ultrassonografia e precocidade sexual em touros jovens pertencentes a vinte e uma raças com aptidão para corte. 2006. 94p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

FERREIRA, F. A. Efeito do processamento do concentrado sobre a seleção de dieta por bovinos. 2003. 109 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

FITZSIMONS, C.; KENNY, D.A.; FAHEY, A.G.; McGEE, M. Feeding behavior, ruminal fermentation, and performance of pregnant beef cows differing in phenotypic residual feed intake offered grass silage. *Journal of animal Science*, 2014.

FORBES, J. M. *Voluntary Intake and Diet Selection in Farm Animals*. 2nd Edition, 2007.

FRIGGENS, N. C.; EMMANS, G. C.; KYRIAZAKIS, I.; OLDHAM, J. D.; LEWIS, M. Feed intake relative to stage of lactation for dairy cows consuming total mixed diets with a high or low ration of concentrate to forage. *Journal Dairy Science*, 81:2228-2239, 1998.

GIBB, D.J., McALLISTER, T.A., HUISMA, C., WIEDMEIER, R.D., 1998. Bunk attendance of feedlot cattle monitored with radio frequency technology. *Can. J. Anim. Sci.* 78, 707–710, 1998.

GIBB, D.J.; McALLISTER, T.A. The impact of feed intake and feeding behavior of cattle on feedlot and feedbunk management. *Western Nutritional Conference*, v.20, p.101-116, 1999.

GIONBELLI, M. P.; VALADARES FILHO, S. C.; DUARTE, M. S. Exigências nutricionais para vacas de corte vazias e gestantes. In: *Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados – BR-CORTE*, 3º ed, p.259-282, 2016.

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

GONÇALVES, A. L.; LANA, R. P.; RODRIGUES, M. T. et al. Padrão nictemeral do pH ruminal e comportamento alimentar de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes relações volumoso:concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.6, p.1886-1892, 2001.

HAFEZ, E. S. E.; JAINUDEEN, M. R.; ROSNINA, Y. Hormônios, fatores de crescimento e reprodução. Capítulo 3 in: HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. Reprodução animal, sétima edição, 2004.

HERD, R.M.; BISHOP, S.C. Genetic variation in residual feed intake na its association with other production traits in British Hereford cattle. *Livestock Production Science Amsterdam*, v.63, p.111-119, 2000.

HERD, R.M.; DICKER, R.W.; LEE, G.J.; JOHNSTON, D.J.; HAMMOND, A.J.; ODDY, V.H. Steer growth and feed efficiency on pasture are favourably associated with genetic variation in sire net feed intake. *Animal Production in Australia, Collingwood*, v.25, p.93-93, 2004.

INGVARTSEN, K. L. and ANDERSEN, J. B. Integration of Metabolism and Intake Regulation: A Review Focusing on Periparturient Animals. In: *Symposium: Dry Matter Intake of Lactating Dairy Cattle, 2000 J Dairy Sci* 83:1573–1597. 2000.

INGVARTSEN, K. L.; ANDERSEN, H. R.; FOLDAGER, J. Effect of Sex and Pregnancy on Feed Intake Capacity of Growing Cattle, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, 42:1, 40-46, 1992.

JENSEN, J.; MAO, I. L.; ANDERSEN, B. B. Phenotypic and genetic relationships between residual energy intake and growth, feed intake, and carcass traits of young bulls. *Journal of Animal Science*, v.70, p.386-395, 1992.

KELLY, A.K.; McGEE, M.; CREWS JR, D.H.; FAHEY, A.G.; WYLIE, A.R.; KENNY, D.A. Effect of divergence in residual feed intake on feeding behavior, blood metabolic variables, and body composition traits in growing beef heifers. *Journal of Animal Science*, 2010a.

KELLY, A.K.; McGee, M.; CREWS JR., D.H.; SWEENEY, T.; BOLAND, T.M.; KENNY, D.A. Repeatability of feed efficiency, carcass ultrasound, feeding behavior, and blood metabolic variables in finishing heifers divergently selected for residual feed intake. *Journal of Animal Science*, 2010b.

KOCH, R.M.; SWIGER, L.A.; CHAMBERS, D.; GREGORY, K.E. Efficiency of feed use in beef cattle. *Journal of Animal Science*. v. 22, p. 486-494, 1963.

LANCASTER, P.A.; CARSTENS, G.E.; RIBEIRO, F. R. B.; TEDESCHI, L.O.; CREWS JR., D.H. Characterization of feed efficiency traits and relationships with feeding behavior and ultrasound carcass traits in growing bulls. *Journal of Animal Science, Champaign*, v.87, p. 1528 - 1539, 2009a.

LANCASTER, P.A.; CARSTENS, G.E.; CREWS JR, D.H.; WELSH JR, T.H.; FORBES, T.D.A.; FORREST, D.W.; TEDESCHI, L.O.; RANDEL, R.D.; ROUQUETTE, F.M. Phenotypic and genetic relationship of residual feed intake with performance and ultrasound carcass traits in Brangus heifers. *Journal of Animal Science, Champaign*, v.87, p. 3887 – 3896, 2009b.

LANNA, D. P. D. et al. Conversão alimentar e eficiência econômica de vacas de corte de raças puras e cruzadas. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE, 3., 2003, Lavras. Anais...Lavras: UFLA, 2003.

LANNA, D.P.D.; ALMEIDA, R. Residual Feed intake: um novo critério de seleção? In: Simposio da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 5., 2004, Pirassuninga. Anais... Pirassuninga: SBMA, 2004 p.12.

LAWRENCE, P.; KENNY, D.A.; EARLEY, B.; CREWS JR, D.H.; McGEE, M. Grass silage intake, rumen and blood variables, ultrasonic and body measurements, feeding behavior, and activity in pregnant beef heifers differing in phenotypic residual feeding intake. *Journal of Animal Science*, 2011.

LEME, P.R., GOMES, R.C. Características de carcaça de novilhos Nelore com diferente consumo alimentar residual. In: XX Reunión Asociación Latino americana de Producción Animal (ALPA). Cuzco, Perú. Anais da XX Reunión Asociación Latinoamericana de Produccion Animal (ALPA), 2007.

LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; OLIVEIRA, H.N.; FREITAS, M.A.R.; PENNA, V.M.; VOZZI, P.A.; BERGMANN, J.A.G. Avaliação Genética de Touros e Matrizes da Raça Guzerá. Sumário 2009.. 1. ed. Ribeirão Preto: ANCP, v.1, 96p., 2009.

MACEDO, L. O. B. Modernização da Pecuária de Corte Bovina no Brasil e a Importância de Crédito Rural. *Informações Econômicas* , v. 36, n. 7, p. 83-95, 2006 .

MARIANI, T. M. Suplementação de anticorpos policlonais ou monensina sódica sobre o comportamento ingestivo e desempenho de bovinos brangus e nelore confinado. 2010. 90 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

MARQUES, J. A.; CALDAS NETO, S.F.; GROFF, A. M.; SIMONELLI, S. M.; CORASA, J.; ROMERO, L.; ZAWADSKI, F.; ARAÚJO, P. F. SITO, R. H.; ZAWADZKI, F.; MAGGIONI, D.; BEZERRA, G. A.; PEDROSO, P. H. B.; PRADO, I. N. Comportamento de bovinos mestiços em confinamento com e sem acesso à sombra durante o período de verão. *Campo Digital, Campo Mourão*, v. 1, n. 1, p. 54-59, 2006.

McDONAGH, M.B.; HERD, R.M.; RICHARDSON, E.C.; ODDY, V.H.; ARCHER, J.A.; ARTHUR, P.F. Meat quality and the calpain system of feedlot steers following a single generation of divergent selection for residual feed intake. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, Melbourne, v.41, p.1013-1021, 2001.

MENDES, E. D. M. Characterization of feeding behavior traits and associations with performance and feed efficiency in finishing beef cattle. 2010. 73f. Tese (Mestre em Ciência Animal) - Texas A&M University, 2010.

MENDES, E.D.M. Eficiência Alimentar - Consumo Alimentar Residual. *Revista Impressa ABS News*, Uberaba. Março de 2012.

MEZZALIRA, J.C.; CARVALHO, P.C.F.; FONSECA, L.; BREMM, C.; REFFATTI, M.V.; POLI, C.H.E.C.; TRINDADE, J.K. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo. R. Bras. Zootec., v.40, n.5, p.1114-1120, 2011.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Dados de rebanho bovino e bubalino no Brasil, 2016. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/DadosderebanhobovinoebubalinodoBrasil_2016.pdf. Acesso em 25/06/2017.

MISSIO, R. L.; BRONDANI I. L.; ALVES FILHO D. C.; SILVEIRA M. F.; FREITAS L. S.; RESTLE J.. Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento, alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. 7, p. 1571-1578, 2010.

MIZUBUTI, I.Y.; SESTARI, B.B.; RIBEIRO, E.L.A.; PEREIRA, E.S.; BARBOSA, M.A.A.F.; PRADO, O.P.P.; CUNHA, G.E.; GOMES, R.C.; COSTA, C.B. Ingestive behavior of Nelore steers in feedlot fed with diets containing different corn hybrids. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 2, p. 4203-4212, 2013.

MONTANHOLI, Y. R. Genetic improvement in beef cattle for feed efficiency: increasing our understanding of the biological Basis. Proceedings... Beef Improvement Federation, 39 Annual Research Symposium & Annual meeting Fort 25. Collins, Colorado. Department of Animal & Poultry Science, Guelph, 2007.

MONTANHOLI, Y.R.; SWANSON, K.C.; PALME, R.; SCHENKEL, F.S.; MCBRIDE, B.W.; LU, D.; MILLER, S.P. Assessing feed efficiency in beef steers through feeding behavior, infrared thermography and glucocorticoids. Animal, Cambridge, v.4, ed. 5, p. 692-701, 2009.

NKRUMAH, J. D. et al. Different measures of energetic efficiency and their phenotypic relationships with growth, feed intake, and ultrasound and carcass merit in hybrid cattle. Journal of Animal Science, v.82, p.2451-2459, 2004.

NKRUMAH, J. D. et al. Genetic and phenotypic relationship of feed intake and measures of efficiency with growth and carcass merit of beef cattle. Journal of Animal Science, v.85, p.2711-2720, 2007.

NKRUMAH, J.D.; OKINE, E.K.; MATHISON, G.W.; SCHMID, K.; LI, C.; BASARAB, J.A.; PRICE, M.A.; WANG, Z.; MOORE, S.S. Relationship of feedlot feed efficiency, performance, and feeding behavior with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle. Journal of Animal Science, 2014.

OLIVEIRA, J. H. F.; MAGNABOSCO, C. U.; BORGES, A. M. S. M. Nelore: Base Genética e Evolução Seletiva no Brasil. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 54p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 49).

PAULA, E.F.E.; MONTEIRO A.L.G.; SOUZA, D.F.; PRADO, O.R.; NOMURA, T.M.; STIVARI, T.S.S.; SILVA, C.J.A.; SANTANA, M.H.A. Consumo alimentar residual e sua relação com medidas de desempenho e eficiência e características in vivo da carcaça de cordeiros. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.65, n.2, p.566-572, 2013.

PEREIRA, E. S., MIZUBUTI, I. Y., RIBEIRO, E. L. A., VILLARROEL, A. B. S., PIMENTEL, P. G. Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e comportamento ingestivo de bovinos da raça Holandesa alimentados com dietas contendo feno de capim-tifton 85 com diversos tamanhos de partícula. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 1, p. 190-195, 2009.

PEREIRA, J. C.; CUNHA, D. N. F. V.; CECON, P. R.; FARIA, E. S. Comportamento ingestivo e taxa de passagem de partículas em novilhas leiteiras de diferentes grupos genéticos submetidas a dietas com diferentes níveis de fibra. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 2134-2142, 2007.

RICHARDSON, E.C et al. Metabolic differences em Angus steers divergently selected for residual feed intake. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, V.44,p.443-454.2004.

RICHARDSON, E.C.; HERD, R.M. Biological basis for variation in residual feed intake in beef cattle. Synthesis of results following divergent selection. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v.44, p.431-440, 2004.

RICHARDSON, E.C.; ODDY, V.H.; THOMPSON, J.M.; ARCHER, J.A.; ARTHUR, P.F. Body composition and implications for production of Angus steers progeny of parents selected for and against residual feed intake. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v. 41, p. 1065-1072, 2001.

ROBINSON, D.L.; ODDY, V.H. Genetic parameters for feed efficiency, fatness, muscle área and feeding behavior of feedlot finished beef cattle. *Lovestock Production Science*, Rome, v.90, p.255-270, 2004.

RONCHESEL, J.R. Comportamento Ingestivo De Bovinos Nelore Confinados Adaptados Com Diferentes Protocolos À Dieta De Alto Concentrado. Universidade Estadual Paulista Faculdade De Medicina Veterinária E Zootecnia Campus De Botucatu, Botucatu, SP, 2012.

SAINZ, R. D.; GUEDES, C. F.; GOMES, R. C. Consumo Alimentar, Eficiência Alimentar e Impactos na Qualidade da Carne. In: V SIMCORTE - V Simpósio de Produção de Gado de Corte e I Simpósio Internacional de Produção de Gado de Corte, Viçosa. Anais... Viçosa: V SIMCORTE, 2006. p.345-360.

SAINZ, R.D.; ARAUJO, F.R.C.; MANICARDI, F.; RAMOS J.R.H.; MAGNABOSCO, C.U.; BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B.; Melhoramento Genético da Carcaça em Gado Zebuino, In: Seminário Nacional de Criadores e pesquisadores, Melhoramento Genético e Planejamento Pecuário, 12., 2003. Ribeirão Preto, SP. Anais... Ribeirão Preto, SP: ANCP, 2003. 1CD-ROM.

SAKAMOTO, L.S. Predição De Rendimento De Cortes Cárneos E Teor De Gordura A Partir De Medidas De Carcaça Obtidas Por Ultrassonografia. Instituto De Zootecnia, Nova Odessa, SP, 2012.

SANTANA, M.H.A. Estudo genético e genômico da ingestão e eficiência alimentar em bovinos da raça Nelore (*Bos indicus*). Universidade de São Paulo, Pirassuninga, 2013.

SARCINELLI, M.F; VENTURINI, K.S; SILVA, L.C. Produção de Bovinos - Tipo Carne. Boletim Técnico - PIE-UFES: 00307 - Editado: 25.05.2007

SCHENKEL, F. S.; MILLER, S. P.; WILTON, J. W. Genetic parameters and breed differences for feed efficiency, growth, and body composition traits of young beef bulls. Canadian Journal of Animal Science, v.84, p.177-185, 2004.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S., ATWOOD, S., McALLISTER, T. A. Relationships between bunk attendance, intake and performance of steers and heifers on varying feeding regimes, Applied Animal Behaviour Science, v. 76, p. 179-188, 2002.

SHAFFER, K. S.; TURK, P.; WAGNER, W. R.; FELTON, E. E. D. Residual Feed Intake, Body Composition, and Fertility in Yearling Beef Heifers. Journal of Animal Science, n.89, p.1028-1034, 2010.

SHORT, E T, W. C. DENNISON, AND D. G. CAPONE. 1990. Phosphorus-limited growth of the tropical seagrass *Syrirzgodium filiforme* in carbonate sediments. Mar. Ecol. Prog. Ser. 62: 169- 174.

SILVA, I.J.O.; H. PANDORFI; JR. I. ACARARO; S.M.S PIEDADE; D.J. MOURA. Efeito da climatização do curral de espera na produção de leite de vacas holandesa. Rev. Bras. Zootec. 31:2036, 2002

SOUSA, M.S. Comportamento Ingestivo De Bovinos Em Sistema De Pastejo Rotacionado Submetidos A Diferentes Estratégias De Suplementação. Universidade Estadual Paulista Campus De Jaboticabal. Jaboticabal, São Paulo, 2007.

TAROUCO, J.U. Determinação dos cortes da carcaça e do corte serrote em novilhos Hereford. 1991. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, 1991.

TAROUCO, J.U. Utilização do ultrassom para predição de características de carcaça em bovinos. 2004. 182p. Tese (Doutorado em Produção Animal), Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2004.

TAROUCO, J.U.; SOUZA, J.C.D.; ALMEIDA, J.C.C. Informações sobre a composição corporal “in vivo” em zebuínos obtidas pela técnica de ultra-sonografia “real-time”. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. Anais... Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p.252.

THIAGO, L. R. L.; GILL, M.; SISSONS, J.W. et al. Studies of conserving grass herbage and frequency of feeding in cattle. Brit. J. Nutr, v.67(3), p.339-336, 1992.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 476p, 1994.

VASCONCELOS, J.L.M; MENEGHETTI, M. Sincronização de ovulação como estratégia par aumentar a eficiência reprodutiva de fêmeas bovinas, em larga escala. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 5, Viçosa, MG. Anais... Viçosa: UFV, p.529-541, 2006.

WILSON, D.E. Application of ultrasound for genetic improvement. *Journal of Animal Science*, v.70, p.973-983, 1992.

YOKOO, M.J.L. et al. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and backfat thickness in Nelore cattle. *Livestock Science, Foulum*, v.117, n.2, p.147-154, 2008.

ZANETTI, G.F. Relação do consumo alimentar residual com parâmetros metabólicos e de carcaça em bovinos da raça Purunã. 2012. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Universidade Federal Do Paraná- Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias. Curitiba.

3 ARTIGO

3.1 INTRODUÇÃO

A maior parte do rebanho utilizado na bovinocultura de corte brasileira é composto por animais da raça Nelore, por serem mais resistentes e adaptados ao clima do país. Grande parte da produção de carne é a pasto, o que torna a pecuária de corte brasileira competitiva no mercado internacional.

No entanto, o alto custo da alimentação ainda é um entrave para o pecuarista, o que o leva a buscar alternativas para diminuir seus custos de produção. Com isto em mente, uma das alternativas é a seleção de animais mais eficientes, ou seja, selecionar aqueles animais que consomem menos alimento, mas mantêm ou aumentam o desempenho.

Identificar animais que ingerem menos alimento, sem comprometer o desempenho, poderá aumentar substancialmente a lucratividade, por reduzir os custos de produção e melhorar a eficiência do sistema no geral, além de reduzir impactos ambientais dos sistemas de produção de carne (BASARAB et al., 2003; NKRUMAH et al., 2014; OLIVEIRA, 2014).

Para selecionar os animais mais eficientes para consumo de alimento, testes de eficiência alimentar têm sido conduzidos, sendo o CAR uma das características mais avaliadas atualmente para eficiência alimentar. O CAR é calculado como o consumo de matéria seca observado menos o consumo de matéria seca esperado (KOCH et al., 1963). Se o CAR for positivo o animal não é eficiente, pois o consumo observado terá sido maior do que o consumo esperado, mas se o CAR for negativo o animal será eficiente, já que seu consumo de matéria seca esperado terá sido maior que o consumo de matéria seca observado, então este animal será selecionado. O CAR tem sido utilizado para fazer a seleção de animais para eficiência alimentar por não afetar a maioria das características de desempenho, incluindo PV e GPD.

O estudo do CAR tem sido realizado há alguns anos com animais de raças europeias e há menos tempo vem sendo realizado trabalhos avaliando animais de raças zebuínas. A Fazenda Rancho da Matinha é uma das pioneiras na seleção de animais zebuínos da raça Nelore, onde a seleção para peso é realizada há 22 anos (desde 1995), a seleção para qualidade de carcaça é realizada há 15 anos (desde 2002) e a seleção para eficiência alimentar é realizada há seis anos (desde 2011) com o objetivo de desenvolver e produzir genética capaz de maximizar a produção de carne de qualidade, com os melhores custos benefícios. E a seleção do programa matinha é feita com base em avaliações objetivas, de detalhado controle

de acasalamento visando maximizar o genótipo agregado das futuras gerações, mantendo sob controle as taxas de endogamia. Estes estudos com raças zebuínas contribuíram para a melhoria do rebanho brasileiro, tendo em vista que a maior parte dos animais destinados à pecuária de corte são animais de raças zebuínas, mais especificamente a raça Nelore. Ainda há muitas pesquisas a serem feitas e existem muitas questões a serem respondidas, principalmente com fêmeas Nelore. Por esta razão, objetivou-se com este trabalho, verificar se o CAR apresenta influência sobre as características de carcaça, desempenho e comportamento ingestivo de fêmeas prenhes bovinas da raça Nelore.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Fonte dos dados

Foram utilizados dados provenientes de dois testes de eficiência alimentar realizados com 273 fêmeas prenhes da raça Nelore provenientes de um rebanho controlado pertencente à Fazenda Rancho da Matinha.

Os testes de eficiência alimentar foram realizados na Fazenda Rancho da Matinha, Uberaba – MG, Brasil (coordenadas de latitude e longitude: -19.657859 e -48.150921). De acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a temperatura média anual da região é de 21,9°C, o índice de pluviosidade anual médio é de 1476,3 mm e a média anual da umidade relativa do ar gira em torno dos 73%.

Foram realizados dois testes de eficiência alimentar, o primeiro teste Rancho da Matinha 011 (RDM011) foi realizado em 2015 com 140 fêmeas prenhes no terço inicial de gestação. O teste RDM011 teve início em 23 de março de 2015 após 14 dias de adaptação dos animais ao sistema e à dieta e término em 01 de junho de 2015, tendo então duração de 70 dias de coleta de dados efetiva. Os animais foram pesados quando entraram na adaptação, no início efetivo do teste e a cada 14 dias até o fim do teste. As pesagens foram feitas sempre pela manhã sem jejum, nos dias 09/03, 23/03, 06/04, 20/04, 04/05, 18/05, e 01/06, ou seja, nos dias -14, 0, 14, 28, 42, 56 e 70 do teste.

O segundo teste Rancho da Matinha 013 (RDM013) foi realizado em 2016 com 133 fêmeas prenhes no terço inicial de gestação. O teste RDM013 teve início em 28 de março de 2016 após 14 dias de adaptação dos animais ao sistema e à dieta e término em 06 de junho de 2016, tendo então duração de 70 dias de coleta efetiva de dados. Os animais foram pesados quando entraram na adaptação, no início efetivo do teste e a cada 14 dias até o fim do teste. As pesagens foram feitas sempre pela manhã sem jejum, nos dias 15/03, 28/03, 11/04, 25/04, 09/05, 23/05, e 06/06, ou seja, nos dias -13, 0, 14, 28, 42, 56 e 70 da prova. Os animais, de ambos os testes inicialmente, tiveram peso médio de 478,32 Kg e idade média de 558,63 dias.

3.2.2 Mensuração do Consumo

Para a realização dos testes de eficiência alimentar os animais foram colocados em confinamento, em duas áreas de piquete semelhantes em relação ao tamanho (64x40m cada), ao tipo de solo e à incidência solar. Cada piquete possuía oito cochos do sistema

Growsafe® (*GrowSafe*® Systems Ltd., Airdrie/AB, Canadá) atendendo nove animais cada um, assim cada piquete tinha capacidade para 72 animais. A mensuração do consumo de alimento pelos animais foi realizada com o auxílio dos cochos eletrônicos do sistema *Growsafe*®.

Os cochos do sistema *GrowSafe*® eram dotados de dispositivo eletrônico para detecção e identificação do animal, e balança acoplada para pesagem da entrada e saída de alimento, assim quando um animal se aproximava do cocho ele era identificado através da leitura do brinco utilizado por cada animal, e mensurava automaticamente quanto de alimento o animal consumiu. Os cochos eram sempre mantidos com alimento para que os animais tivessem consumo *ad libitum*, além de acesso irrestrito à água limpa e fresca.

3.2.3 Características avaliadas

As características avaliadas neste estudo foram: consumo de matéria seca (CMS), ganho de peso diário (GPD), peso vivo metabólico (PVM), consumo alimentar residual (CAR), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura (EG), espessura de gordura na picanha (EGP8), marmoreio (MAR), acabamento (ACAB), frequência de refeição (FREQR), média de duração da refeição (MDURR), média de consumo da refeição (MCONSR), soma da duração da refeição (SDURR), critério de refeição (CRITR), tempo de visita (TEMPV), média de tempo da visita (MTEMPV), visita por dia (VISD), e média de consumo por visita (MCONSV).

O CMS foi calculado com base na média de matéria seca da dieta de todos os valores de consumo válidos obtidos durante o período de teste.

O GPD de cada animal foi calculado segundo o coeficiente de regressão linear dos pesos nos dias de teste:

$$Y = \alpha + \beta \times \text{DOT} + e$$

em que Y = peso do animal na observação, α = intercepto da equação de regressão correspondente ao peso inicial, β = coeficiente de regressão linear correspondente ao GPD, DOT = dias de teste para a observação, e e = erro aleatório associado com cada observação.

O PVM foi calculado como a média entre o peso vivo ao início e final do teste, elevado a 0,75. O consumo de matéria seca estimado (CMSe) dentro de cada teste, foi calculado por regressão do CMS em função do PVM e GPD de cada animal durante o período:

$$\text{CMSe} = \beta_0 + \beta_1 \text{GPD} + \beta_2 \text{PVM}^{0,75} + e_{(\text{CAR})}$$

em que β_0 é o intercepto, β_1 e β_2 são os coeficientes de regressão do GPD e do $\text{PVM}^{0,75}$, respectivamente, e $e_{(\text{CAR})}$ é o resíduo da equação.

O CAR de cada animal foi calculado como a diferença entre o CMS observado e o CMS predito pelos modelos.

$$\text{CMS} = 0,060 + 0,0698 \text{PVM}^{0,75} + 1,741 \text{GPD} - 0,0571 \text{Acabamento} \quad (\text{RDM011})$$

$$\text{CMS} = -1,91 + 0,0887 \text{PVM}^{0,75} + 1,179 \text{GPD} + 0,0219 \text{Acabamento} \quad (\text{RDM013})$$

As características de carcaça foram mensuradas por exame de ultrassonografia, com pulsos de ultrassom em frequência de 3 a 3,5 Mhz, realizado por profissional credenciado pela *Ultrasound Guidelines Council*.

A área de olho de lombo foi avaliada na seção transversal do músculo *Longissimus dorsi* entre a 12ª e 13ª costelas. A espessura de gordura foi avaliada como a espessura do depósito de gordura subcutânea entre a 12ª e 13ª costelas sobre o músculo *Longissimus dorsi*, e a espessura de gordura da picanha foi avaliada como a espessura de depósito de gordura subcutânea entre os ossos íleo e ísqueo, mensurada na inserção dos músculos *Gluteos medius* e *Biceps femoris*. O marmoreio foi avaliado como a porcentagem de gordura intramuscular avaliada na direção longitudinal sobre o músculo *Longissimos dorsi* entre a 12ª e 13ª costelas. O acabamento foi calculado como a soma de 0,35 do resultado encontrado para EG e 0,35 para o resultado encontrado para EGP8.

As características de comportamento ingestivo foram calculadas de acordo com o descrito na Tabela 1, onde encontra-se também as descrições de cada característica.

Tabela 1. Definições das características de comportamento ingestivo

Características	Sigla	Definição	Cálculo	Unidade
Frequência de Refeição	FREQR	Número de refeições feitas em 24h; independe da quantidade de alimento consumida.		eventos/d
Média de duração da Refeição	MDURR	Média de tempo gasto por refeição em 24h; independe da quantidade de alimento consumida na refeição.	FREQR/SDURR	min/dia
Média de consumo por Refeição	MCONSR	Média de consumo de alimento por refeição em 24h; independe da quantidade de alimento consumida na refeição.	Consumo diário/FREQR	Kg/evento
Soma da duração da	SDURR	Somatória do tempo gasto em cada refeição durante 24h; independe da		min/d

Refeição		quantidade de alimento consumida na refeição.		
Critério de Refeição	CRITR	Maior intervalo entre visitas ao cocho que inclui a visita ao cocho como parte da mesma refeição.	Interseção da distribuição bimodal	Min
Tempo de Visita	TEMPV	Somatória do tempo gasto em cada visita ao cocho durante 24h; independe da quantidade de alimento consumida.		Min/d
Média de tempo de Visita	MTEMPV	Média do tempo gasto em cada visita ao cocho em 24h; independe da quantidade de alimento consumida.	(TEMPV/VISD)*60	seg/evento
Visita Dia	VISD	Frequência de visita ao cocho durante 24h; independe da quantidade de alimento consumida.		eventos/d
Média de consumo por Visita	MCONSV	Média de consumo por visita ao cocho em 24h; independe da quantidade de alimento consumida.	Consumo diário/VISD	g/evento

Foi utilizada uma abordagem de duas etapas para determinar a melhor maneira de estimar o CMS. O primeiro passo consistiu em uma análise de regressão *stepwise* para determinar quais características de carcaça influenciaram significativamente o CMS estimado. Na segunda etapa, quatro modelos de predição de consumo diferentes (Lancaster et al., 2009b) foram estabelecidos para incluir os efeitos dos dois testes de eficiência alimentar como fixos ou aleatórios.

Os quatro modelos foram avaliados em relação ao CAR proposto por Koch et al. (1963), que considera o GPD e o $PVM^{0,75}$, além das características de carcaça indicadas pela análise de regressão *stepwise*. Após a execução dessas duas etapas, o melhor modelo foi determinado de acordo com o coeficiente de determinação (R^2). todos os procedimentos foram realizados usando o procedimento REG do SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

Diferentes modelos para ajustar os efeitos fixos e aleatórios foram utilizados após a análise de *stepwise* e a verificação de quais características de carcaça devem ser adicionadas ao modelo de consumo alimentar residual (CAR_{base}) para melhor prever o CMS estimado. Quatro modelos foram avaliados para comparar vários métodos de combinação dos dados de CMS de vários testes para calcular o CAR.

O modelo um (1) utilizou, para o cálculo do CAR, o $PVM^{0,75}$, o GPD e/ou as medidas de características de carcaça sem considerar o teste como uma variável independente.

$$Y_j = \beta_0 + \beta_1 PVM^{0,75}_j + \beta_2 GPD_j + \beta_x X_{jk} + e_j \quad [1]$$

Onde Y_j é o consumo médio diário de matéria seca da j -ésima novilha; β_0 é o intercepto da regressão; β_1 é o coeficiente de regressão em relação ao peso vivo metabólico; β_2 é o coeficiente de regressão em relação ao ganho de peso diário; β_x é o coeficiente de regressão em relação as medidas de composição de carcaça por ultrassom; X_{jk} é a medida da k -ésima composição de carcaça por ultrassom da j -ésima novilha; e e_j é o erro aleatório da j -ésima novilha.

Já o modelo dois (2) incluiu, além do $PVM^{0,75}$, do GPD e/ou das medidas de características de carcaça, o teste como efeito fixo para calcular o CAR.

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 PVM^{0,75}_{ij} + \beta_2 GPD_{ij} + \beta_3 T_i + \beta_x X_{ijk} + e_{ij} \quad [2]$$

Onde Y_{ij} é o Consumo médio diário de matéria seca da j -ésima novilha do i -ésimo teste; β_0 é o intercepto da regressão; β_1 é o coeficiente de regressão em relação ao peso vivo metabólico; β_2 é o coeficiente de regressão em relação ao ganho de peso diário; β_3 é o coeficiente de regressão em relação ao teste; T_i é o efeito fixo do i -ésimo teste; β_x é o coeficiente de regressão em relação as medidas de composição de carcaça por ultrassom; X_{ijk} é a k -ésima medida de composição de carcaça por ultrassom da j -ésima novilha no i -ésimo teste; e e_{ij} é o erro aleatório da j -ésima novilha no i -ésimo teste.

No modelo três (3) pode-se observar que foi utilizado o $PVM^{0,75}$, o GPD, as medidas de características de carcaça, o teste (como efeito fixo) e as suas interações.

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 PVM^{0,75}_{ij} + \beta_2 GPD_{ij} + \beta_3 T_i + (\beta_4 PVM^{0,75}_j \times T_i) + (\beta_5 GPD_j \times T_i) + \beta_{x1} X_{ijk} + (\beta_{x2} X_{jk} \times T_i) + e_{ij} \quad [3]$$

Onde Y_{ij} é o Consumo médio diário de matéria secada j -ésima novilha no i -ésimo teste; β_0 é o intercepto da regressão; β_1 é o coeficiente de regressão em relação ao peso vivo metabólico; β_2 é o coeficiente de regressão em relação ao ganho de peso diário; β_3 é o coeficiente de regressão em relação ao teste; T_i é o efeito fixo do i -ésimo teste; β_4 é o coeficiente de regressão em relação à interação do $PVM^{0,75}$ com o teste; β_5 é o coeficiente de regressão em relação à interação do GPD com o teste; β_{x1} é o coeficiente de regressão em relação as medidas de composição de carcaça por ultrassom; β_{x2} é o coeficiente de regressão em relação à interação entre a k -ésima medida de composição de carcaça por ultrassom e o i -ésimo teste; X_{ijk} é a k -ésima medida de composição de carcaça por ultrassom da j -ésima novilha no i -ésimo teste; e e_{ij} é o erro aleatório da j -ésima novilha no i -ésimo teste.

O modelo quatro (4), assim como o modelo três também utilizou o $PVM^{0,75}$, o GPD, as medidas de características de carcaça, o teste e as interações do teste com o $PVM^{0,75}$, o GPD e as medidas de características de carcaça, porém o teste foi tratado como efeito aleatório.

$$Y^*_{ij} = \beta_0 + \beta_1 PVM^{0,75}_j + \beta_2 GPD_j + \beta_{x1} X_j + e_j \quad [4]$$

Onde Y^*_{ij} é o CMS ajustado da j-ésima novilha sem o efeito aleatório do i-ésimo teste e foi calculado como $Y_{ij} = [(\beta_3 T_i + (\beta_4 PVM^{0,75}_j \times T_i) + (\beta_5 GPD_j \times T_i) + (\beta_{x2} X_j \times T_i))]$ em que Y_{ij} é o CMS da j-ésima novilha com o efeito do i-ésimo teste; β_0 é o intercepto da regressão; β_1 é o coeficiente de regressão em relação ao $PVM^{0,75}$; β_2 é o coeficiente de regressão em relação ao GPD; β_3 é o coeficiente de regressão em relação ao teste; T_i é o efeito aleatório do i-ésimo teste; β_4 é o coeficiente de regressão em relação à interação do $PVM^{0,75}$ com o teste; β_5 é o coeficiente de regressão em relação à interação do GPD com o teste; β_{x1} é o coeficiente de regressão em relação as medidas de composição de carcaça por ultrassom; β_{x2} é o coeficiente de regressão em relação à interação das medidas de composição de carcaça por ultrassom com o teste; X_j é a medida de composição de carcaça por ultrassom da j-ésima novilha; e e_{ij} é o erro aleatório da j-ésima novilha no i-ésimo teste.

3.2.4 Dieta

Durante o experimento foi fornecida dieta na proporção 80:20 aos animais dos testes RDM011 e RDM013. Foi fornecido silagem de milho, como volumoso, concentrado composto por milho moído, farelo de soja 46, ureia e núcleo mineral contendo optigen II, milk sacc (probiótico *S. cerevisiae* cepa 1026, levedura enriquecida com selênio e cromo e proteinato de zinco e cobre) e BIOPRO RANCHO DA MATINHA. Para os animais do teste RDM013 não foi fornecido ureia. Na Tabela 2 tem-se a composição química da silagem de milho e da dieta total fornecida.

Tabela 2. Composição química da silagem de milho e da dieta total

Item	RDM011			RDM013	
	Uni	Silagem	Dieta total	Silagem	Dieta total
Matéria seca (MS)	%	37,26	43,20	30,97	42,54
Proteína bruta (PB)	%	8,48	10,85	8,55	13,84
Extrato etéreo (EE)	%	3,06	3,93	3,08	3,10

Fibra em detergente neutro (FDN)	%	71,69	74,10	57,92	49,86
Fibra em detergente ácido (FDA)	%	19,02	16,77	25,51	19,53
Matéria mineral (MM)	%	6,02	6,92	4,81	7,07
Nutrientes Digestíveis Totais (NDT)	%	70,68	73,49	69,88	71,20

A dieta do teste RDM011 foi formulada com cerca de 73% de nutrientes digestíveis totais, e proteína bruta girando em torno de 10%. A dieta foi fornecida duas vezes ao dia, pela manhã e a tarde, com cerca de 43% de matéria seca. Já a dieta do teste RDM013 foi formulada sem a utilização da ureia com cerca de 71% de nutrientes digestíveis totais, e proteína bruta girando em torno de 13%. A dieta foi fornecida duas vezes ao dia, pela manhã e a tarde, com cerca de 42% de matéria seca. Em ambos os testes as dietas foram fornecidas para que os animais tivessem consumo *ad libitum* e acesso irrestrito a água fresca e limpa.

Os animais foram pesados em balança digital acoplada ao tronco de manejo, no início e no final dos testes para obtenção dos pesos vivos inicial e final, e a cada duas semanas de teste a fim de obter o GPD dos animais.

3.2.5 Análise estatística

Todas as características de desempenho, eficiência alimentar, medidas de composição da carcaça por ultrassom e de comportamento ingestivo foram ajustados para remover o efeito aleatório do teste usando um modelo misto (PROC MIXED; SAS Inst. Inc.). Para isto, as variáveis dependentes foram analisadas utilizando uma estrutura de tratamento de efeito aleatório unidirecional com o teste como efeito aleatório (Littell et al., 2006) e uma variável ajustada calculada como a média geral mais o resíduo. Foram gerados os coeficientes de correlação de Pearson fenotípicos (PROC CORR; SAS Inst. Inc.) entre as características ajustadas de eficiência alimentar, desempenho e composição da carcaça por ultrassom. Para caracterizar o CAR, os animais foram classificados em grupos de baixo, médio e alto CAR, que foram $<0,5$, $\pm 0,5$ e $0,5$ DP, respectivamente, do CAR médio de $0,00 \pm 0,78$ kg/d.

Um modelo de efeitos fixos (PROC MIXED) foi utilizado para examinar o efeito fixo do grupo de CAR sobre o desempenho, a eficiência alimentar, a composição de carcaça por ultrassom e as características de comportamento ingestivo (LANCASTER et al., 2009a).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os animais dos dois testes de eficiência alimentar utilizados neste estudo apresentaram idades similares no início dos testes, no entanto os animais do teste RDM013, que foi composto por 133 animais, entraram e saíram um pouco mais pesados que os animais do teste RDM011, que contou com 140 animais, como pode ser observado na Tabela 3. Apesar dos animais do teste RDM011 terem entrado um pouco mais leves no teste eles apresentaram AOL maior que a dos animais do teste RDM013. As outras características de carcaça não apresentaram tanta diferença entre os testes quanto a AOL.

Tabela 3. Estatísticas descritivas (\pm DP) dos testes de eficiência alimentar de fêmeas bovinas da raça Nelore

Característica	Teste RDM011	Teste RDM013
Número de animais	140	133
Idade (dias)	562,02 (\pm 35,43)	555,23 (\pm 31,61)
PVI_kg	468,16 (\pm 36,85)	488,48 (\pm 40,33)
PVF_kg	545,54 (\pm 44,65)	577,73 (\pm 47,66)
GPD_kg	1,11 (\pm 0,20)	1,27 (\pm 0,22)
CMS_kg	8,79 (\pm 1,05)	9,68 (\pm 1,14)
Cons:Gan (CA)	8,15 (\pm 1,40)	7,77 (\pm 1,40)
Consumo_g/kg	20,34 (\pm 2,42)	22,75 (\pm 2,67)
PVM_kg	106,76 (\pm 6,36)	110,88 (\pm 6,77)
AOL_cm ² _d70	76,38 (\pm 7,42)	70,87 (\pm 6,57)
EG_cm_d70	10,29 (\pm 3,19)	10,55 (\pm 3,04)
EGP8_cm_d70	11,50 (\pm 2,80)	11,61 (\pm 2,81)
MAR_d70	2,95 (\pm 0,82)	3,38 (\pm 0,87)
ACAB_d70	11,08 (\pm 2,68)	11,24 (\pm 2,58)
Gan:Cons (EA)	0,13 (\pm 0,02)	0,13 (\pm 0,02)
Altura_cm	138,07 (\pm 6,17)	143,72 (\pm 3,75)
FREQR_evento/d	10,09 (\pm 3,88)	12,50 (\pm 4,28)
MDURR_min/d	22,37 (\pm 9,39)	17,73 (\pm 8,03)
MCONSR_kg/evento	2,53 (\pm 0,88)	2,16 (\pm 0,77)
SDURR_min/d	179,54 (\pm 37,16)	181,07 (\pm 40,03)
CRITR_min	9,42 (\pm 5,41)	7,94 (\pm 5,40)
TEMPV_min/d	103,49 (\pm 25,40)	94,26 (\pm 23,55)
MTEMPV_seg/evento	112,76 (\pm 35,91)	84,84 (\pm 25,40)
VISD_evento/d	62,13 (\pm 13,49)	72,68 (\pm 14,36)
MCONSV_g/evento	367,48 (\pm 91,58)	335,14 (\pm 76,85)

PVI: peso vivo inicial; PVF: peso vivo final; GPD:ganho de peso diário; CMS: consumo de matéria seca; Cons:Gan : consumo:ganho; PVM: peso vivo metabólico; AOL: área de olho de lombo; EG: espessura de gordura; EGP8: espessura de gordura na picanha; MAR: mamoreio; ACAB: acabamento; Gan:Cons: ganho:consumo; FREQR: Frequência de Refeição; MDURR: média de duração das refeições; MCONSR: média de consumo por refeição;SDURR: soma da duração das refeições; CRITR: critério de refeição;TEMPV: tempo de visita; MTEMPV: média do tempo de visita; VISD: visita por dia; MCONSV: média de consumo por visita.

Os animais ganharam uma média de 83,3kg de peso vivo no decorrer dos 70 dias de teste com GPD médio de 1,19kg/d, como pode-se observar na Tabela 4 que apresenta também o desvio padrão, mínimos e máximos dos dados dos testes utilizados neste estudo.

Tabela 4. Estatísticas descritivas geral dos testes de eficiência alimentar de fêmeas bovinas da raça Nelore

Característica	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Idade (dias)	558,74	33,73	471,00	690,00
PVI_kg	478,06	39,83	370,33	640,90
PVF_kg	561,22	48,79	428,33	749,76
GPD_kg	1,19	0,23	0,57	2,03
CMS_kg	9,22	1,18	5,84	12,88
Cons:Gan	7,96	1,41	4,53	16,16
Consumo_g/kg	21,52	2,81	13,53	30,27
PVM_kg	108,77	6,87	89,33	135,41
AOL_cm ² _d70	73,66	7,53	58,39	96,13
EG_cm_d70	10,42	3,11	3,05	23,11
EGP8_cm_d70	11,55	2,80	5,72	27,18
MAR_d70	3,16	0,87	1,44	5,72
ACAB_d70	11,16	2,63	5,36	23,36
Gan:Cons	0,13	0,02	0,06	0,22
Altura_cm	140,85	5,85	128,50	184,50
FREQR_evento/d	11,26	4,25	4,24	29,25
MDURR_min/d	20,11	9,04	4,97	48,12
MCONSR_kg/evento	2,35	0,85	0,80	5,16
SDURR_min/d	180,28	38,52	86,34	284,85
CRITR_min	8,69	5,45	1,38	49,02
TEMPV_min/d	98,99	24,91	47,76	197,39
MTEMPV_seg/evento	99,16	34,17	42,22	243,48
VISD_evento/d	67,27	14,86	31,78	112,18
MCONSV_g/evento	351,73	86,10	203,32	729,77

PVI: peso vivo inicial; PVF: peso vivo final; GPD: ganho de peso diário; CMS: consumo de matéria seca; Cons:Gan : consumo:ganho; PVM: peso vivo metabólico; AOL: área de olho de lombo; EG: espessura de gordura; EGP8: espessura de gordura na picanha; MAR: mamoreio; ACAB: acabamento; Gan:Cons: ganho:consumo; FREQR: Frequência de Refeição; MDURR: média de duração das refeições; MCONSR: média de consumo por refeição;SDURR: soma da duração das refeições; CRITR: critério de refeição;TEMPV: tempo de visita; MTEMPV: média do tempo de visita; VISD: visita por dia; MCONSV: média de consumo por visita.

A média do GPD dos animais avaliados foi de 1,19kg (DP = 0,23), variando de 0,57 a 2,03kg. Kelly et al. (2010b) trabalharam com fêmeas cruzadas Limousin x Friesian e encontraram uma média de 1,17kg (DP = 0,19) para o GPD com variação de 0,74 a 1,59kg. Shaffer et al. (2010) relataram valor menor (1,14kg) que o encontrado no presente trabalho para GPD ao trabalharem com fêmeas das raças Angus, Angus-cross e Hereford.

Para chegar no GPD de 1,19kg os animais apresentaram CMS médio de 9,22kg, valor este menor que o encontrado por Kelly et al. (2010b), que foi de 10,81kg para fêmeas Limousin x Friesian. Valores similares aos encontrados no presente estudo, para média, desvio padrão, mínimo e máximo do CMS, também foram relatados por Retallick et al. (2014) e Shaffer et al. (2010) ao trabalharem, respectivamente, com machos das raças Angus, Simental e Simental x Angus e com fêmeas Angus, Angus-cross e Hereford. Sobrinho et al. (2011) e Ribeiro et al. (2012) ao trabalharem com machos Nelore observaram valores de CMS próximos ao deste presente estudo.

O GPD e o CMS apresentados possibilitaram que os animais tivessem uma boa deposição de proteína, apresentando AOL de 73,66 cm². Santos (2014) trabalhou com novilhas Nelore e relatou um valor de AOL de 43,4 cm², valor este menor que o encontrado neste estudo, porém os animais do experimento deste autor apresentaram idade, pesos inicial e final, GPD e CMS menores que dos animais deste experimento, o que pode explicar a menor AOL destes animais.

Segundo Santos (2014), a maturidade fisiológica (diminuição da deposição de tecido muscular e aumento da deposição de tecido adiposo) possui influência no consumo de alimentos, apresentando queda de 2,7% no consumo de matéria seca para cada um ponto percentual de aumento da deposição de gordura. Portanto, dependendo da idade e do peso, as fêmeas podem ter maior deposição de gordura e podem apresentar menor consumo de alimentos (FERNANDES et al., 2007).

O CMS por parte do animal pode sofrer variação devido a diversos fatores e um destes fatores é a característica de composição da carcaça. Com base na análise de regressão *stepwise* a inclusão da característica ACAB ao modelo base foi a que melhor explicou a variação no CMS esperado (CMSe).

Tabela 5. Percentual da variação explicada (R^2) por diferentes modelos para derivar o consumo alimentar esperado para o crescimento de fêmeas bovinas da raça Nelore

Regressão	Modelo número			
	1: F1 + e	2: F2 + e	3: F1 + R + e	4: F1 - R + e
Modelo Base (MB; GPD e PVM)	0,5124	0,5442	0,5461	0,5478
MB + Acabamento	0,5115	0,5419	0,5513	0,5536

MB: modelo base; GPD: ganho de peso diário; PVM: peso vivo metabólico.

O modelo base da regressão, composto pelas variáveis GPD e PVM, que não levou em consideração o efeito do teste (modelo 1), explicou 51,24% da variação no CMSe de novilhas Nelore em crescimento. Este valor foi maior que o encontrado por Lancaster et al. (2009b), que foi de 42,6% para novilhas Brangus, e menor que Lancaster et al. (2009a) que foi de 61,5% para bovinos Angus em crescimento. Essa diferença entre o presente estudo e o estudo de Lancaster et al. (2009a) pode ser devido a diferença sexual dos animais. Quando o efeito do teste e a interação do teste com as variáveis independentes foram incorporados ao modelo base da regressão (modelo 4), houve um incremento do R^2 para 0,5478. Então o modelo base 4 explicou 54,78% da variação no CMSe e esta porcentagem foi menor que as porcentagens relatadas por outros autores (ARTHUR et al., 2001a, b; BASARAB et al., 2003; NKRUMAH et al., 2007; KELLY et al., 2010a, b). Black et al. (2013) utilizaram um modelo base que levou em consideração, além do GPD e do PVM, a raça dos animais, e o modelo destes autores explicou 52% da variação no CMSe, resultado próximo ao encontrado no presente trabalho (51,24%).

Nos modelos ajustados, com a inclusão da característica ACAB ao modelo base, esperava-se que o R^2 apresentasse incremento em todos os modelos como relatado por Lancaster et al. (2009a,b). No entanto a inclusão da característica ACAB aos modelos base 1 e 2 não apresentou incremento do R^2 . Com isto, a inclusão da característica ACAB nos modelos ajustados 1 e 2 não se justifica, assim como o relatado por Ribeiro et al. (2012), que observaram que a inclusão da característica de carcaça espessura de gordura não apresentou variação suficiente no CMSe que justificasse a inclusão da mesma no modelo de predição de consumo.

Apenas os modelos ajustados 3 e 4 apresentaram incremento do R^2 , que passaram a explicar 55,13% e 55,36% do CMSe, respectivamente. Assim o modelo ajustado que melhor explicou a variação do CMSe foi o modelo 4, que levou em consideração o efeito do teste e a interação do teste com as variáveis independentes. Lancaster et al. (2009b), que também utilizaram quatro modelos de predição de consumo, relataram que o resultado da análise de regressão stepwise indicou a inclusão das características de carcaça EG e AOL que fez com

que o R^2 passasse a explicar 60,2% do CMSe. De acordo com Arthur et al. (2003), a inclusão da característica espessura de gordura ao modelo base proporcionou um incremento de 2 a 4 pontos percentuais ao R^2 , o que não foi observado neste estudo com a inclusão da característica ACAB.

Observa-se que a correlação entre PVI e CARbase e CARcompleto foi próximo de zero, o que era esperado, já que o CAR é independente das características de crescimento. O mesmo pode ser observado para a correlação entre o GPD e CARbase e CARcompleto reforçando a independência do CAR (Tabela 6). Por outro lado, tanto o CARbase quanto o CARcompleto apresentaram correlação significativa positiva com o consumo que por sua vez teve correlação positiva com o PVI e GPD. Dessa forma, a medida que o consumo aumenta, aumenta também o PVI e o GPD.

Tabela 6. Correlações de Pearson entre as características de crescimento, consumo de alimento e eficiência alimentar de fêmeas bovinas da raça Nelore

Característica	PVI_kg	GPD_kg	Consumo_g/kg	Cons:Gan	Gan:Cons	CARbase	CARcompleto
PVI_kg		0,4171**	0,6106**	-0,0160	0,0201	-0,0012	-0,0016
GPD_kg			0,5933**	-0,7391**	0,7438**	0,0000	0,0000
Consumo_g/kg				0,0373	-0,0839	0,6983**	0,6681**
Cons:Gan					-0,9527**	0,4967**	0,4779**
Gan:Cons						-0,5687**	-0,5506**
CARbase							0,9536**

PVI: peso vivo inicial; GPD: ganho de peso diário; Cons:Gan: consumo:ganho; Gan:Cons: ganho:consumo; CARbase: consumo alimentar residual baseado no modelo base; CARcompleto: consumo alimentar residual baseado no melhor modelo.

*significativo a $P < 0,05$; ** significativo a $P < 0,01$.

Pode-se observar forte correlação negativa e significativa entre o GPD e a relação Cons:Gan e forte correlação positiva e significativa entre o GPD e a relação Gan:Cons. A correlação de Pearson entre o CARbase e o CARcompleto foi muito forte e significativa (0,95), assim como o observado por outros autores (LANCASTER et al., 2009a, b; LAWRENCE et al., 2011).

Após a seleção dos animais para CAR, estes foram separados em três grupos: baixo, médio e alto CAR, sendo que 77 animais foram incorporados no grupo baixo CAR, 108 no médio CAR e 88 no alto CAR (Tabela 7). Não houve diferença significativa entre os grupos de CAR para PVI e GPD, o que confirma ser o CAR independente do crescimento e tamanho corporal em bovinos.

Tabela 7. Efeitos do consumo alimentar residual (CAR, do modelo base) sobre o desempenho, eficiência alimentar, medidas de ultrassom da composição da carcaça e características de comportamento alimentar de fêmeas bovinas em crescimento da raça Nelore

Característica	Baixo CAR	Médio CAR	Alto CAR	β_1	P-valor
Número de animais	77	108	88		
PVI_kg	481,66	473,46	480,55	4.481,00	0,2226
PVF_kg	565,31	555,49	564,66	7.239,42	0,1830
GPD_kg	1,19	1,17	1,20	0,07	0,4521
CMS_kg	8,28	9,12	10,17	121,05	0,0001
Cons:Gan	7,12	7,94	8,72	121,20	0,0001
Consumo_g/kg	19,28	21,27	23,77	660,10	0,0001
PVM_kg	109,35	107,96	109,24	138,80	0,1999
AOL_cm ² _d70	75,71	72,40	73,46	400,26	0,0166
EG_cm_d70	10,73	10,55	9,97	31,71	0,1953
EGP8_cm_d70	11,52	11,71	11,39	5,59	0,7027
MAR_d70	3,24	3,16	3,10	2,13	0,2259
ACAB_d70	11,24	11,30	10,89	10,52	0,4696
Gan:Cons	0,14	0,13	0,12	0,03	0,0001
Altura_cm	141,05	140,52	141,10	72,37	0,2528
FREQR_evento/d	10,35	11,56	11,69	47,79	0,2391
MDURR_min/d	19,70	19,76	20,91	268,19	0,1738
MCONSR_kg/evento	2,26	2,36	2,42	2,64	0,1437
SDURR_min/d	165,87	174,15	200,43	56.663,34	0,0001
CRITR_min	9,82	8,59	7,83	117,34	0,1343
TEMPV_seg/evento	83,45	98,75	112,90	42.607,93	0,0001
MTEMPV_evento/d	94,14	101,28	100,95	8.003,45	0,0160
VISD_g/evento	60,10	65,83	75,30	7.119,90	0,0001
MCONSV	353,60	356,01	344,83	2.252,27	0,8557

PVI: peso vivo inicial; PVF: peso vivo final; GPD:ganho de peso diário; CMS: consumo de matéria seca; Cons:Gan : consumo:ganho; PVM: peso vivo metabólico; AOL: área de olho de lombo; EG: espessura de gordura; EGP8: espessura de gordura na picanha; MAR: mamoreio; ACAB: acabamento; Gan:Cons: ganho:consumo; FREQR: Frequência de Refeição; MDURR: média de duração das refeições; MCONSR: média de consumo por refeição;SDURR: soma da duração das refeições; CRITR: critério de refeição;TEMPV: tempo de visita; MTEMPV: média do tempo de visita; VISD: visita por dia; MCONSV: média de consumo por visita.

Pode-se observar que o CAR apresentou efeito significativo sobre o CMS, sendo que os animais pertencentes ao grupo baixo CAR apresentaram CMS cerca de 1,9kg menor que os animais pertencentes ao grupo alto CAR, todavia o GPD destes animais foram similar ao dos animais do grupo alto CAR. Isto pode indicar menor utilização de energia, por parte dos animais baixo CAR, para realização de processos metabólicos, podendo então direcionar maior quantidade de energia para produção.

Os animais baixo CAR também apresentaram menor relação Cons:Gan e menor consumo em relação aos animais dos grupos médio e alto CAR, como esperado. Desta maneira, identificar os animais mais eficientes e selecioná-los é vantajoso, uma vez que os

maiores custos de produção giram em torno da alimentação e estes animais consumiram menos alimento sem ter prejuízo no seu desempenho. Este não prejuízo ao desempenho pode ser observado nos resultados obtidos para a AOL, que foi significativamente diferente entre os grupos de CAR, sendo que os animais baixo CAR apresentaram maior AOL do que os animais médio e alto CAR.

Outros autores também relataram haver diferença significativa entre as classes de CAR para a AOL e os animais pertencentes ao baixo CAR apresentaram maior AOL (LANCASTER et al., 2009b (fêmeas Brangus); ALMEIDA, 2014 (touros Nelore)). No entanto, Basarab et al. (2011) e Durunna et al. (2015), ao trabalharem com fêmeas de raças europeias, relataram não haver diferença entre os grupos de CAR para a AOL. Assim como Magnani (2011) e Corvino (2010), que também não encontraram diferença entre os grupos de CAR para a AOL de fêmeas e machos Nelore, respectivamente.

Existe grande receio em selecionar animais para CAR por já ter sido relatado que os animais classificados como baixo CAR poderiam ter prejuízo na composição da carcaça, principalmente de redução na deposição de gordura, podendo assim trazer prejuízos para a qualidade da carcaça do animal, além de problemas reprodutivos. Entretanto as características de carcaça EG, EGP8, MAR e ACAB não apresentaram diferença significativa entre os grupos de CAR, resultado este corroborado por Zorzi (2011), que também não encontrou diferença significativa para as características de carcaça EG e EGP8 em animais da raça Nelore e por outros autores que também relataram não ter encontrado diferença significativa para as características de carcaça de animais Nelore (ALMEIDA et al., 2004; BRANCO et al., 2008; BONILHA et al., 2009; GOMES, 2009). Basarab et al. (2007), Lawrence et al. (2011, 2013) e Hafla et al. (2013), trabalhando com fêmeas prenhes de raças europeias, relataram não haver diferença entre os grupos de CAR para EG, bem como no presente estudo que também não houve diferença para EG entre os grupos de CAR, o que leva a crer que a seleção de animais baixo CAR não prejudicaria a deposição de gordura.

O resultado obtido no presente trabalho difere de alguns estudos que hipotetizaram a redução de gordura na carcaça de animais baixo CAR (KELLY et al., 2010b (novilhas em terminação), SHAFFER et al., 2011 (novilhas), KELLY et al., 2010a (novilhas em crescimento)). Fitzsimons et al. (2014), ao trabalharem com vacas prenhes, Simental x Holandês, relataram haver diminuição da EG dos animais baixo CAR, o que, segundo estes autores, poderia ser explicado pela mobilização das reservas corporais para suprir seus requerimentos nutricionais durante a gestação. A redução da deposição de gordura nos animais baixo CAR seria prejudicial, uma vez que a gordura está relacionada à reprodução e

às características de qualidade de carne, tais como maciez, suculência e sabor, o que não aconteceu para os animais baixo CAR do presente estudo.

Houve diferença significativa entre os grupos de CAR para as características de comportamento ingestivo SDURR, TEMPV, MTEMPV e VISD, sendo que os animais pertencentes ao grupo baixo CAR apresentaram os menores valores para estas características. Fitzsimons et al. (2014) relataram haver diferença significativa entre os grupos de CAR para as características de comportamento ingestivo, assim como no presente estudo, apresentando valor similar ao deste trabalho para a SDURR. Em contraste, Magnani et al. (2013) e Corvino et al. (2009), que trabalharam com fêmeas e machos da raça Nelore, respectivamente, não observaram diferença para as variáveis de comportamento ingestivo entre os grupos de CAR. A MCONSV não foi significativa neste estudo, porém observa-se que os animais do grupo alto CAR apresentaram, numericamente, a menor MCONSV, mas fizeram 20% mais visitas ao cocho ao dia, o que pode explicar a menor média de consumo por visita dos animais deste grupo de CAR. Os animais do grupo alto CAR ficaram mais tempo no cocho se alimentando do que os animais dos grupos médio e baixo CAR.

Richardson et al. (2004) estudaram o comportamento alimentar de novilhos selecionados para CAR e relataram que os animais alto CAR dispenderam 5% mais tempo se alimentando quando comparados com os animais baixo CAR. Já Nkrumah et al. (2006) observaram que novilhos baixo CAR gastaram menos tempo se alimentando em cada visita feita ao cocho e também realizaram menos visitas ao cocho, em comparação com os animais alto CAR. Ambos os trabalhos corroboram com os resultados encontrados no presente estudo (Tabela 7).

Todas as características de carcaça estudadas foram correlacionadas positiva e significamente com o PVI, o que leva a crer que o peso inicial dos animais ao entrar no teste é de extrema importância para que estes obtenham melhor desempenho. Na Tabela 8 encontra-se os resultados de correlação entre a eficiência alimentar e as características de carcaça medidas por ultrassom e observa-se que houve correlação muito fraca e negativa entre as características de carcaça e o CARbase, mas apenas com a AOL que a correlação foi significativa. Isto significa que a medida que o CAR diminui a AOL aumenta, logo entende-se que os animais CAR negativos apresentam maior AOL, como foi apresentado na Tabela 6, onde os animais do grupo baixo CAR apresentaram maior AOL.

Tabela 8. Correlações de Pearson entre as características de eficiência alimentar e características de carcaça medidas por ultrassom de fêmeas bovinas da raça Nelore

Característica	PVI_kg	GPD_kg	Consumo_g/kg	Cons:Gan	Gan:Cons	CARbase	CARcompleto
AOL_cm ² _d70	0,3745**	0,0683	0,0907	0,0258	-0,0175	-0,1464*	-0,0159
EG_cm_d70	0,2730**	0,0576	0,0827	-0,0146	0,0057	-0,0859	-0,0333
EGP8_cm_d70	0,2146**	0,0791	0,0949	-0,0379	0,0221	-0,0452	0,0200
MAR_d70	0,1581**	0,0375	0,0339	0,0033	0,0361	-0,0719	-0,1094
ACAB_d70	0,2618**	0,0787	0,1001	-0,0323	0,0176	-0,0669	0,0000

AOL: área de olho de lombo; EG: espessura de gordura; EGP8: espessura de gordura da picanha; MAR: mamoreio; ACAB: acabamento; PVI: peso vivo inicial; GPD: ganho de peso diário; Cons:Gan: consumo:ganho; Gan:Cons: ganho:consumo; CARbase: consumo alimentar residual baseado no modelo base; CARcompleto: consumo alimentar residual baseado no modelo ajustado.

*significativo a $P < 0,05$; ** significativo a $P < 0,01$.

Em contraste ao resultado encontrado neste trabalho, Lancaster et al. (2009a); Nkrumah et al. (2004); Schenkel et al. (2004) relataram não haver correlação entre AOL e CARbase, mas observaram correlação entre EG e CARbase para machos de raças europeias, assim como Lancaster et al. (2009b) para fêmeas brangus. Ceacero et al. (2017) e Guimarães (2016) também não observaram correlação entre as características de carcaça e CAR em animais Nelore e Senepol, respectivamente. A correlação negativa entre essas variáveis indica que a medida que as características de carcaça aumentam o CARbase diminui, logo os animais selecionados para baixo CAR não apresentaram redução na deposição de gordura.

De acordo com Forbes (2007), muitos são os fatores que afetam o comportamento ingestivo, incluindo o grau de competição por alimento e variáveis ambientais. E o comportamento ingestivo por sua vez, pode afetar, positiva ou negativamente, o desempenho dos animais. Na Tabela 9 pode-se observar que houve correlação significativa entre as características de comportamento ingestivo e o consumo, o que indica que o comportamento ingestivo do animal afeta o consumo e o consumo afeta o PVI e GPD, como apresentado na Tabela 6, onde estas duas variáveis apresentaram forte correlação positiva com o consumo.

O PVI apresentou correlação com a MCONSR, o TEMPV, a MTEMPV e com a MCONSV. Todas estas correlações foram significativas e positivas variando de fraca (MCONSR, TEMPV, MTEMPV) a moderada (MCONSV). Então a medida que o animal aumenta o tempo dispendido se alimentando e o consumo por refeição, o PVI deste também tende a aumentar. Os animais baixo CAR apresentaram os menores valores para estas características quando comparados aos animais médio e alto CAR (Tabela 7). O fato dos animais baixo CAR passarem menos tempo se alimentando e consumirem menos alimento poderia acarretar em menor PVI para estes animais, no entanto eles não apresentaram diferença significativa quando comparados com os animais médio e alto CAR, que passaram mais tempo se alimentando e consumiram mais alimento.

Tabela 9. Correlações de Pearson entre as características de eficiência alimentar e comportamento ingestivo de fêmeas bovinas da raça Nelore

Característica	PVI_kg	GPD_kg	Consumo_g/kg	Cons:Gan	Gan:Cons	CARbase	CARcompleto
FREQR_evento/d	0,0142	0,1311*	0,1464*	-0,0909	0,0534	0,1219*	0,0606
MDURR_min/d	0,0041	-0,0172	0,0345	0,0724	-0,0637	0,0589	0,1363*
MCONSR_kg/evento	0,2177**	0,0720	0,2008**	0,1038	-0,0925	0,1099	0,1804**
SDURR_min/d	0,0497	0,2006**	0,3461**	0,0155	-0,0367	0,3473**	0,3883**
CRITR_min	-0,0301	-0,0688	-0,1493*	-0,0129	0,0326	-0,1531*	-0,1056
TEMPV_min/d	0,1451*	0,1505*	0,446**	0,1441*	-0,2034**	0,4594**	0,5468**
MTEMPV_seg/evento	0,1997**	-0,0106	0,1103	0,1061	-0,1355*	0,0385	0,1715**
VISD_evento/dia	-0,0981	0,2031**	0,3585**	0,0011	-0,0280	0,4559**	0,3732**
MCONSV_g/evento	0,4316**	0,1142	0,1995**	0,0346	-0,0427	-0,0535	0,0286

FREQR: Frequência de Refeição; MDURR: média de duração das refeições; MCONSR: média de consumo por refeição; SDURR: soma da duração das refeições; CRITR: critério de refeição; TEMPV: tempo de visita; MTEMPV: média do tempo de visita; VISD: visita por dia; MCONSV: média de consumo por visita; PVI: peso vivo inicial; GPD: ganho de peso diário; Cons:Gan: consumo:ganho; Gan:Cons: ganho:consumo; CARbase: consumo alimentar residual baseado no modelo base; CARcompleto: consumo alimentar residual baseado no melhor modelo. *significativo a $P < 0,05$; ** significativo a $P < 0,01$.

Observa-se que houve correlação entre o GPD e as características de comportamento ingestivo, sendo que esta correlação foi significativa apenas com a FREQR, a SDURR, o TEMPV e com a VISD. Em estudo com novilhas cruzadas Limousin x Fresian, Kelly et al. (2010b) relataram correlação positiva entre GPD e FREQR, assim como neste estudo. Correlação positiva entre GPD e a MDURR e MCONSR foi relatada por Lancaster et al. (2009a) e segundo estes autores esta correlação indicou que os touros que apresentaram melhor desempenho, ou seja, que tiveram maior CMS, passaram mais tempo no cocho se alimentado.

Com exceção das características MDURR e MTEMPV, todas as outras foram correlacionadas com o consumo, e isto mostra que a forma como o animal se comporta ao se alimentar interfere diretamente no consumo do mesmo. Quando há interferência no consumo o PV e o GPD também são afetados, uma vez que o ganho de peso se dá através do consumo. A relação Cons:Gan apresentou correlação significativa apenas com o TEMPV e a relação Gan:Cons correlacionou-se negativa e significativamente com o TEMPV e a MTEMPV. O CARbase apresentou correlação significativa com a FREQR, SDURR, CRITR, o TEMPV e a VISD, o que indica que os animais eficientes, ou seja com o menor CAR, gastam menos tempo realizando atividades de alimentação, logo poupam energia por passarem mais tempo em ócio, como relatado por Kelly et al. (2010b). Assim sendo estes animais podem direcionar a energia poupada para produção. O CARcompleto só não foi significativamente correlacionado com a FREQR, CRITR e MCONSV.

Correlações entre CAR e características de comportamento ingestivo também foram observadas em outros estudos, que utilizaram algum tipo de mecanismo eletrônico para medir o comportamento alimentar dos animais, onde também foi relatado que os animais de menor CAR apresentaram menos gasto de energia com atividades de alimentação (GUIMARÃES, 2016; McGEE et al., 2014; MENEZES, 2014; LAGE, 2013; NKRUMAH et al., 2007).

Magnani et al. (2013) não encontraram correlação entre as variáveis CMS e tempo de alimentação e o CAR. Fitzsimons et al. (2014) relataram correlação forte e positiva entre CAR e as características de comportamento ingestivo SDURR e MDURR. Lancaster et al. (2009a) observaram correlação positiva e significativa de fraca a moderada para as características FREQR (0,26, 0,19) e MDURR (0,41, 0,40) com o CARbase e CARcompleto, respectivamente.

3.4 CONCLUSÃO

A seleção de fêmeas prenhes para a medida de eficiência alimentar CAR não prejudica o desempenho e a composição de carcaça, principalmente se tratando da deposição de gordura. O comportamento ingestivo dos animais selecionados para baixo CAR mostrou que estes animais poupam energia ao passarem menos tempo se alimentando, possibilitando assim maior gasto de energia com a produção.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, T. S. Desempenho, Comportamento E Composição Corporal De Touros Da Raça Nelore Classificados Pelo Consumo Alimentar Residual. 2014. 42f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás – Goiânia, 2014.
- ALMEIDA, R.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D. Consumo alimentar 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. P.4.
- ARTHUR, P. F., R. M. HERD, AND J. A. ARCHER. 2003. Should measures of body composition be included in the model for residual feed intake in beef cattle? *Proc. Assoc. Adv. Anim. Breed. Genet.* 15:306–309. 2003.
- ARTHUR, P. F.; ARCHER, J. A.; HERD, R. M.; MELVILLE, G. J. Response to selection for net feed intake in beef cattle. In: Conference of The Association For The Advancement Of Animal Breeding And Genetics, 14, 2001, Queenstown. Proceedings... Queenstown: AAABG, 2001. p. 135-138. 2001.
- BASARAB, J.A. et al. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, v.83, p.189-204, 2003.
- BASARAB, J. A.; McCARTNEY, D.; OKINE, E.K.; BARON, V. S. Relationships between progeny residual feed intake and dam productivity traits. *Canadian Journal of Animal Science*, 2007.
- BASARAB, J. A.; COLAZO, M. G.; AMBROSE, D. J.; NOVAK, S.; McCARTNEY, D.; BARON, V. S. Residual feed intake adjusted for backfat thickness and feeding frequency is independent of fertility in beef heifers. *Can. J. Anim. Sci.* (2011) 91: 573-584. 2011.
- BLACK, T. E.; BISCHOFF, K. M.; MERCADANTE, V. R. G.; MARQUEZINI, G. H. L.; DiLOURENZO, N.; CHASE, C. C.; COLEMAN JR, S. W.; MADDOCK, T. D.; LAMB, G. C. The relationships among performance, residual feed intake, and temperamento assessed in growing beef heifers and subsequently as three-year-old lacting beef cows. *Journal of Animal Science* 2013.
- BONILHA, S. F. M.; BRANCO, R. H.; ALLEONI, G. F.; CASTILHOS, A. M.; FIGUEIREDO, L. A.; RAZOOK, A. G. Effects of Residual Feed Intake on Carcass Characteristics of Nelore Bulls. In: 2009 ASDA-ASAS JOINT MEETING, 2009, Toronto, Anais... Toronto: FASS, 2009.
- BRANCO, R. H.; RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; LANNA, D. P. D.; TROVO, J. B. F.; BONILHA, S. F. M.; BONILHA NETO, L. M. Avaliação de Consumo Alimentar Residual de Fêmeas Nelore Submetidas a Seleção para peso pós-desmame. In: 45º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008, Lavras. Anais... Lavras: SBZ, 2008, CD-ROM.

CEACERO, T. M.; MERCADANTE, M. E. Z.; CYRILLO, J. N. S. G.; CANESIN, R. C.; BONILHA, S. F. M.; ALBUQUERQUE, L. G. A. Phenotypic and Genetic Correlations of Feed Efficiency Traits with Growth and Carcass Traits in Nelore Cattle Selected for Postweaning Weight. PLOS ONE 2016.

CORVINO, T.L.S.; BRANCO, R.H., BONILHA, S.F.M. et al. Consumo alimentar residual e reatividade de bovinos Nelore. In: reunião anual da sociedade Brasileira de zootecnia, 46., 2009, Maringá. Anais... Maringá: SBZ, 2009. CD-ROM.

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

DURUNNA, O. N.; COLAZO, M. G.; AMBROSE, D. J.; McCARTNEY, D.; BARON, V. S. BASARAB, J. A. Evidence of residual feed intake reranking in crossbred replacement heifers. J. Anim. Sci. 2012. 90:734–741. 2015.

FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W.; PERICIN, D.; OLIVEIRA, E. A.; TULIOD, R. R.. Avaliação econômica e desempenho de machos e fêmeas Canchim em confinamento alimentados com dietas à base de silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. Revista Brasileira de Zootecnia , Viçosa ,v. 36, p. 4, 2007.

FITZSIMONS, C.; KENNY, D.A.; FAHEY, A.G.; McGEE, M. Feeding behavior, ruminal fermentation, and performance of pregnant beef cows differing in phenotypic residual feed intake offered grass silage. Journal of animal Science, 2014.

FORBES, J. M. Voluntary Intake and Diet Selection in Farm Animals. 2nd Edition, 2007.

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

GUIMARÃES, A.L. Associações entre eficiência alimentar, características de comportamento ingestivo, crescimento e carcaça em bovinos Senepol. Dissertação (mestrado), Instituto de Zootecnia. APTA/SAA, Nova Odessa – SP, 2016.

HAFLA, A. N.; CARSTENS, G. E.; FORBES, T. D. A.; TEDESCHI, L. O.; BAILEY, J. C.; WALTER, J. T.; and JOHNSON, J. R. Relationships between postweaning residual feed intake in heifers and forage use, body composition, feeding behavior, physical activity, and heart rate of pregnant beef females. Journal of Animal Science 2013, 91: 5353–5365. 2013.

KELLY, A.K.; McGEE, M.; CREWS JR, D.H.; FAHEY, A.G.; WYLIE, A.R.; KENNY, D.A. Effect of divergence in residual feed intake on feeding behavior, blood metabolic variables, and body composition traits in growing beef heifers. Journal of Animal Science, 2010a.

KELLY, A.K.; McGee, M.; CREWS JR., D.H.; SWEENEY, T.; BOLAND, T.M.; KENNY, D.A. Repeatability of feed efficiency, carcass ultrasound, feeding behavior, and blood metabolic variables in finishing heifers divergently selected for residual feed intake. *Journal of Animal Science*, 2010b.

KOCH, R.M.; SWIGER, L.A.; CHAMBERS, D.; GREGORY, K.E. Efficiency of feed use in beef cattle. *Journal of Animal Science*. v. 22, p. 486-494, 1963.

LAGE, B.F.C. Relações entre comportamento alimentar e temperamento com consumo alimentar residual em novilhos Nelore. Dissertação (mestrado), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina – MG, 2013.

LANCASTER, P.A.; CARSTENS, G.E.; RIBEIRO, F. R. B.; TEDESCHI, L.O.; CREWS JR., D.H. Characterization of feed efficiency traits and relationships with feeding behavior and ultrasound carcass traits in growing bulls. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.87, p. 1528 - 1539, 2009a.

LANCASTER, P.A.; CARSTENS, G.E.; CREWS JR, D.H.; WELSH JR, T.H.; FORBES, T.D.A.; FORREST, D.W.; TEDESCHI, L.O.; RANDEL, R.D.; ROUQUETTE, F.M. Phenotypic and genetic relationship of residual feed intake with performance and ultrasound carcass traits in Brangus heifers. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.87, p. 3887 – 3896, 2009b.

LAWRENCE, P.; KENNY, D. A.; EARLEY, B.; MCGEE, M. Intake of conserved and grazed grass and performance traits in beef suckler cows differing in phenotypic residual feed intake. *Livestock Science* 152: 154-166, 2013.

LAWRENCE, P.; KENNY, D.A.; EARLEY, B.; CREWS JR, D.H.; MCGEE, M. Grass silage intake, rumen and blood variables, ultrasonic and body measurements, feeding behavior, and activity in pregnant beef heifers differing in phenotypic residual feeding intake. *Journal of Animal Science*, 2011.

LITTELL, R. C., G. A. MILLIKEN, W. W. STROUP, R. D. WOLFINGER, AND O. SCHABENBERGER. 2006. SAS for Mixed Models. 2nd ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC. 2006.

MAGNANI, E. Caracterização do consumo alimentar residual e relações com desempenho e metabolismo de fêmeas nelore. 2011. 86f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, 2011.

MAGNANI, E.; NASCIMENTO, C. F.; BRANCO, R. H.; BONILHA, S. F. M.; RIBEIRO, E. G.; MERCADANTE, M. E. Z. Relações entre Consumo Alimentar Residual, Comportamento Ingestivo e Digestibilidade em Novilhas Nelore. *B. Industr. Anim.*, N. Odessa, v.70, n.2, p.187-194, 2013.

MCGEE, M.; RAMIREZ, J. A.; CARSTENS, G. E.; PRICE, W. J.; HALL, J. B.; and HILL, R. A. Relationships of feeding behaviors with efficiency in RFI-divergent Japanese Black cattle. *Journal of Animal Science* 2014, 92: 3580–3590. 2014.

MENEZES, R.G. Consumo alimentar residual, digestibilidade aparente e comportamento ingestivo de touros da raça Nelore. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Goiás – Escola de Veterinária e Zootecnia, Goiânia – GO, 2014.

NKRUMAH, J.D.; OKINE, E.K.; MATHISON, G.W.; SCHMID, K.; LI, C.; BASARAB, J.A.; PRICE, M.A.; WANG, Z.; MOORE, S.S. Relationship of feedlot feed efficiency, performance, and feeding behavior with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 2014.

NKRUMAH, J. D. et al. Genetic and phenotypic relationship of feed intake and measures of efficiency with growth and carcass merit of beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.85, p.2711-2720, 2007.

NKRUMAH, J.D. et al. Relationships of feedlot feed efficiency, performance, and feeding behaviour with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.85, p.145-153, 2006.

NKRUMAH, J. D. et al. Different measures of energetic efficiency and their phenotypic relationships with growth, feed intake, and ultrasound and carcass merit in hybrid cattle. *Journal of Animal Science*, v.82, p.2451-2459, 2004.

OLIVEIRA, L. F. Consumo alimentar residual e produção de metano entérico de bovinos em confinamento e pastagem. 2014. 59f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2014.

RETALLICK, K. M.; FAULKNER, D. B.; RODRIGUEZ-ZAS, S. L.; NKRUMAH, J. D.; SHIKE, D. W. Relationship among performance, carcass, and feed efficiency characteristics, and their ability to predict economic value in the feedlot. *Journal of Animal Science* 2014.

RIBEIRO, J. S.; GONÇALVES, T. M.; LADEIRA, M. M.; CAMPOS, F. R.; TULLIO, R. R.; NETO, O. R. M.; OLIVEIRA, D. M.; BASSI, M. S. Residual Feed Intake and its Effect on Carcass and Meat Characteristics of Feedlot Zebu Cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2012. R. Bras. Zootec., v.41, n.6, p.1509-1515, 2012.

RICHARDSON, E.C et al. Metabolic differences em Angus steers divergently selected for residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, V.44,p.443-454.2004.

SANTOS, G. P. Eficiência Alimentar, Parâmetros Sanguíneos e Comportamento Ingestivo de Machos e Fêmeas da Raça Nelore. Dissertação de Mestrado – Instituto de Zootecnia – IZ, Nova Odessa, SP, 2014.

SOBRINHO, T. L.; BRANCO, R. H.; BONILHA, S. F. M.; CASTILHOS, A. M.; FIGUEIREDO, L. A.; RAZOOK, A. G.; MERCADANTE, M. E. Z. Residual feed intake and relationships with performance of Nellore cattle selected for post weaning weight. R. Bras. Zootec., v.40, n.4, p.929-937, 2011.

SHAFFER, K. S.; TURK, P.; WAGNER, W. R.; and FELTON, E. E. D. Residual feed intake, body composition, and fertility in yearling beef heifers. *Journal of Animal Science* 2011, 89: 1028–1034. 2011.

SHAFFER, K. S.; TURK, P.; WAGNER, W. R.; FELTON, E. E. D. Residual Feed Intake, Body Composition, and Fertility in Yearling Beef Heifers. *Journal of Animal Science*, n.89, p.1028-1034, 2010.

SCHENKEL, F. S.; MILLER, S. P.; WILTON, J. W. Genetic parameters and breed differences for feed efficiency, growth, and body composition traits of young beef bulls. *Canadian Journal of Animal Science*, v.84, p.177-185, 2004.

ZORZI, K. Consumo Alimentar Residual e Relações com Características Nutricionais e de Qualidade da Carne em Bovinos Nelores. Tese de Doutorado – UFV, Viçosa, MG, 2011.