

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE ZOOTECNIA

DIEGO BARCELOS MARINHO

ESTIMATIVA DE CONSUMO ALIMENTAR RESIUAL E CARACTERÍSTICAS DE
COMPOSIÇÃO CORPORAL EM REPRODUTORES DA RAÇA ANGUS

Porto Alegre

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE AGRONOMIA

CURSO DE ZOOTECNIA

DIEGO BARCELOS MARINHO

ESTIMATIVA DE CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL E CARACTERÍSTICAS DE
COMPOSIÇÃO CORPORAL EM REPRODUTORES DA RAÇA ANGUS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito para obtenção do Grau de
Bacharel em Zootecnia, Faculdade de
Agronomia, Universidade Federal do Rio
Grande do Sul.

Orientador: Dr. Jaime Urdapilleta Tarouco

Porto Alegre

2019

DIEGO BARCELOS MARINHO

ESTIMATIVA DE CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL E CARACTERÍSTICAS DE
COMPOSIÇÃO CORPORAL EM REPRODUTORES DA RAÇA ANGUS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do Grau de bacharel em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Data de Aprovação: ____/____/____

Dr. Jaime Urdapilleta Tarouco

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dra. Elisa Cristina Modesto

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dr. Harold Ospina Patino

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Emílio e Elisabeth, que me apoiaram nessa jornada, que devido aos seus esforços e dedicação em todos os momentos este sonho está sendo possível.

A minha filha Lívia, que não pude estar presente em muitos momentos, mas tenho certeza que entende a minha ausência, e essa conquista é dedicada a ti.

As minhas irmãs Angélica e Lizandra por me incentivarem e me darem força para prosseguir nessa caminhada.

A minha namorada e amiga Amanda por me acompanhar e sempre estar ao meu lado em todos os momentos.

Ao meu cunhado e irmão Peteco, que sempre me ajudou e também faz parte dessa conquista.

Aos meus amigos Vitor, Marcos, Ítalo e Lucas que tive a oportunidade de conviver diariamente e estabelecer uma grande amizade.

Aos colegas e amigos do “Clube” por todas as conversas e parcerias ao longo deste percurso.

Ao professor Jaime por ter me orientado nos estágios e no trabalho de conclusão de curso.

A Fazenda Guará por ter me acolhido durante o meu estágio final, onde tive a oportunidade de vivenciar a pecuária de corte.

Ao seu Gustavo, funcionário da Fazenda Guará, por todos os ensinamentos e companheirismo do dia a dia durante o meu estágio.

Aos professores, colegas e funcionários que de alguma forma contribuíram para a minha formação.

Um grande abraço a todos!

RESUMO

A pecuária brasileira tem como grande preocupação buscar sustentabilidade e rentabilidade dos sistemas produtivos. O gasto com alimentação dos rebanhos é estimado entorno de 70%. Portanto selecionar animais mais eficientes quanto a eficiência alimentar se faz necessário para tais objetivos. O presente trabalho tem como objetivo abordar o consumo alimentar residual (CAR) como eficiência alimentar e sua correlação com o desempenho e características de composição corporal de reprodutores da raça Angus. O CAR é calculado a partir da diferença entre o consumo observado e o consumo predito estimado em função do peso vivo médio metabólico e no ganho médio diário de peso. Na equação de regressão para o cálculo de consumo esperado foi utilizada também a característica de espessura de gordura subcutânea como coeficiente linear parcial de regressão (EGSUS). O experimento foi realizado com 20 touros, pesando em média 400 kg com idade de 2 anos. Os animais após o teste foram classificados para CAR baixo, médio e alto, onde os de baixo CAR, os mais eficientes, ficaram um desvio padrão a menos, os médios ficaram dentro da faixa de + ou - um desvio padrão e os altos ficaram na faixa de um desvio padrão acima da média. De acordo com os resultados, não foram observadas diferenças significativas no teste Tukey ($p < 0,05$) para as características de composição corporal, GPV, AOL, EGS, EGP e %GIM entre as classificações de CAR baixo, médio e alto. As correlações obtidas através do coeficiente de Pearson não foram significativas a ($p < 0,05$) para as características GPV, AOL, EGS, EGP e %GIM, mostrando que o CAR é independente quanto as características fenotípicas de composição corporal. Com os resultados obtidos no presente estudo concluímos que o CAR se mostra como uma importante ferramenta para seleção de eficiência alimentar podendo aumentar a rentabilidade e sustentabilidade, assim tornando mais eficiente o sistema de produção de carne.

Palavras-chave: CAR; eficiência alimentar; características de composição corporal.

ABSTRACT

Brazilian livestock farming has as its main concern the sustainability and profitability of production systems. The expenditure on feeding the herds is estimated around 70%. Therefore, selecting more efficient animals for food efficiency is necessary for these objectives. The present work aims to address residual food consumption (RAC) as food efficiency and its correlation with performance and body composition characteristics of Angus breeders. The CAR is calculated from the difference between the observed consumption and the estimated predicted consumption as a function of the average metabolic live weight and the average daily weight gain. In the regression equation for the expected consumption calculation, the thickness and subcutaneous fat characteristic was also used as the partial linear regression coefficient (EGSUS). The experiment was carried out with 20 bulls, weighing in average 400 kg with age of 2 years. The animals after the test were classified as low, medium and high CAR, where the lowest CAR were the most efficient ones, being a standard deviation less, the average ones were within the range more or less one standard deviation and the highest ones were in the range of a standard deviation above the mean. According to the results, no significant differences were found in the Tukey test ($p < 0.05$) for the body composition, GPV, AOL, EGS, EGP and % GIM characteristics among the low, medium and high CAR classifications. Pearson's correlation coefficients were not significant at ($p < 0.05$) for the characteristics GPV, AOL, EGS, EGP and % GIM, showing that the CAR is independent of the phenotypic characteristics of body composition. With the results obtained in the present study, we conclude that the CAR is an important tool for selecting food efficiency and can increase profitability and sustainability, thus making the meat production system more efficient.

Keywords: CAR; food efficiency; characteristics of body composition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cochos eletrônicos (Sistema integrado)	24
Figura 2. Pontos de coleta de imagens por ultrassom	26
Figura 3. GPV dos animais dentro das faixas de CAR	30
Figura 4. Medidas de AOL dentro dos grupos de CAR	32
Figura 5. Medidas de EGS dentro dos grupos de CAR	33
Figura 6. Medidas de EGSP dentro dos grupos de CAR	35
Figura 7. Medidas de % de GIM dentro dos grupos de CAR.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição da dieta dos touros	22
Tabela 2. Níveis nutricionais da dieta total dos touros	22
Tabela 3. Desempenho e classificação para CAR.....	28
Tabela 4. Correlações entre CAR e características de composição corporal.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS

AOL	Área de olho de lombo em cm ²
AOLUS	Área de olho de lombo por ultrassonografia em (cm ²)
CA	Conversão alimentar
CAR	Consumo alimentar residual
CMS	Consumo de matéria seca
EA	Eficiência alimentar
EGP	Espessura de gordura subcutânea na picanha em (mm)
EGPSUS	Espessura de gordura subcutânea na picanha por ultrassonografia em (mm)
EGS	Espessura de gordura subcutânea na costela em (mm)
EGSUS	Espessura de gordura subcutânea na costela por ultrassonografia em (mm)
GIM	Gordura intramuscular em (%)
GMD	Ganho médio diário em (kg)
GPD	Ganho de peso diário em (kg)
GPV	Ganho de peso vivo em (kg)
IMS	Ingestão de matéria seca em (kg)
MS	Matéria seca
PGIMUS	Porcentagem de gordura intramuscular por ultrassonografia
PVM	Peso vivo médio em (kg)
PVMM	Peso vivo médio metabólico em (kg)

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1.	CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL (CAR)	13
2.2.	MENSURAÇÃO DO CAR	16
2.3.	CARACTERÍSTICAS E COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	17
2.3.1.	Escore de frame	17
2.3.2.	Área de olho de lombo (AOL)	18
2.3.3.	Espessura de gordura subcutânea (EGS)	19
2.3.4.	Espessura de gordura na picanha (EGP).....	20
2.3.5.	Porcentagem de Gordura intramuscular (% GIM)	20
3.	MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1.	MANEJO E ALIMENTAÇÃO DOS ANIMAIS.....	21
3.2.	FUNCIONAMENTO DOS COCHOS ELETRÔNICOS.....	23
3.3.	COLETA DE DADOS	24
3.3.1.	Dados para o teste do CAR.....	24
3.3.2.	Dados de composição corporal.....	25
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	27
4.1.	DESEMPENHO DOS ANIMAIS.....	27
4.2.	CAR E GANHO DE PESO VIVO.....	29
4.3.	CAR E CRESCIMENTO DA ÁREA DE OLHO DE LOMBO.....	31
4.4.	CAR E DEPOSIÇÃO DE GORDURA SUBCUTÂNEA NA COSTELA	33
4.5.	CAR E DEPOSIÇÃO DE GORDURA SUBCUTÂNEA NA PICANHA.....	34
4.6.	CAR E DEPOSIÇÃO DE GORDURA INTRAMUSCULAR.....	36
5.	CONCLUSÃO	37
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1. INTRODUÇÃO

O Brasil atualmente possui o maior rebanho comercial do mundo, no ano de 2018 contou com 214,69 milhões de cabeças conforme (ABIEC, 2019). Apesar do número total de cabeças ter diminuído em relação ao ano de 2017 que somou 220 milhões de cabeças, o total de carne produzida aumentou totalizando 10,96 milhões de toneladas equivalente carcaça (TEC), mostrando também que se obteve um aumento de 6,9% no número de animais abatidos, totalizando 44,23 milhões de cabeças, sendo 5,58 milhões de cabeças oriundo de confinamento, somando 12,6% do abate total. Desse total de TEC produzidas, 79,64% foi destinado ao mercado interno, e conseqüentemente 20,36% para exportação (ABIEC, 2019). Assim o PIB da pecuária somou R\$ 597,22 bilhões, 8,3% acima dos R\$ 551,41 bilhões apurados em 2017. Fazendo com o que o PIB da pecuária elevasse para 8,7% sua participação no PIB total Brasileiro. Por mais que haja um crescimento nos dados da pecuária nacional, ainda precisamos de melhores índices zootécnicos, tendo como objetivo o aumento da produtividade e sustentabilidade da atividade pecuária.

A taxa de desfrute real registrada no ano de 2018 de acordo com o relatório da (ABIEC, 2019) foi de 20,49%, taxa considerada baixa em relação a outros países produtores de carne, como EUA 37%, União Europeia 34% e Austrália 32%. A taxa de desfrute ou de extração mede a capacidade que o rebanho tem em gerar excedente, ou seja, representa a produção em um determinado espaço de tempo em relação a quantidade inicial de animais (SANTANA, 2005).

A baixa produtividade dos rebanhos brasileiros, está principalmente na ineficiência das categorias de cria e recria, tendo como principais razões: baixa pressão de seleção nas matrizes de reposição para características reprodutivas e de composição corporal; aporte nutricional inadequado aplicado na recria; idade a puberdade elevada e conseqüentemente ao primeiro parto, baixa taxa de natalidade e repetição de cria (55% e 40%, respectivamente) das fêmeas do rebanho; manutenção de animais improdutivos em áreas de pastagens. Por conseqüência não giram o sistema e não geram renda suficiente para os produtores, por não obterem índices zootécnicos adequados, isto faz com que aumente o ciclo pecuário, que no Estado compreende oito anos.

A previsão de consumo mundial para 2026 está projetada para 75.931 mil toneladas de carne bovina. Este crescimento será condicionado pelo avanço populacional, tendo em vista que o consumo per capita permanecerá estável na ordem de 6,50 kg/habitante/ano, segundo dados da OECD (FARM NEWS, 2018), e também é importante salientar que para o ano de 2050 o aumento da população humana está projetado em 34%, gerando a necessidade de aumentar a atual produção de alimentos em 70% (FAO, 2013), e ainda existe a concorrência com a expansão da área cultivada com culturas agrícolas, tais como a soja, o arroz, o milho entre outras, provocando a diminuição das áreas de pastagens naturais. Portanto com base nessas previsões, o Brasil necessita melhorar a eficiência de seus rebanhos, para poder atender os mercados internos e externos.

A alimentação é o insumo de maior custo em qualquer sistema de produção animal, correspondendo a cerca de 70% do total de gastos, isto é reconhecido pelas indústrias de suínos e aves, que conseguem quantificar o custo com alimentação devido à facilidade de se mensurar o consumo de alimento dessas espécies (HERD et al., 2003), essa afirmação nos indica que a eficiência de produção está diretamente ligada a nutrição dos animais. Aproximadamente 70-75% do custo energético da dieta na produção de bovinos de corte é usado na manutenção dos animais, principalmente das vacas (FERREL; JENKINS, 1985, NRC 1996). A variabilidade genética nas exigências energéticas de manutenção de bovinos é de moderada a alta ($h^2 = 0,22$ a $0,71$), sugerindo uma oportunidade para seleção de animais mais eficientes (BISHOP, 1992).

Um acréscimo na eficiência da produção de bovinos de corte poderia ser alcançado se a quantidade de alimento necessária por unidade de carne produzida fosse reduzida. Assim, para um mesmo impacto ambiental (por exemplo, emissão de metano e esterco) pode-se aumentar a produção de carne bovina sem aumentar a área utilizada de pastagens (BASARAB et al., 2003; NKRUMAH et al., 2006).

Estimativas indicam que melhorando em 5% a conversão alimentar, o impacto econômico seria quatro vezes maior se comparado a um aumento em 5% no ganho de peso vivo (GIBB; McALLISTER, 1999), isto porquê a seleção baseada no ganho de peso favorece animais com maior tamanho adulto. Esses animais de maior porte são mais tardios fisiologicamente em comparação aos animais de porte menor, permanecendo mais tempo se alimentando antes do abate (LEME; GOMES, 2007).

Melhorias na eficiência da produção de bovinos de corte poderiam ser alcançadas com a redução da quantidade necessária para a produção de uma unidade de carne (MAGNANI, 2011). Sendo assim, melhorar a eficiência alimentar dos animais faz com que a produção de carne seja uma atividade positiva e rentável, além de garantir a redução de custos dos alimentos para os consumidores (HERD et al., 2003).

Segundo (BONILHA, 2011) há variação na eficiência de utilização de nutrientes entre animais do mesmo sexo, raça e idade, consumindo alimentos semelhantes. Conforme o autor, estudos que identifiquem os animais que melhor aproveitam os alimentos no mesmo sistema de manejo, são fundamentais para viabilizar o sistema de produção, visto as exigências do mercado moderno.

Diante desses fatores já citados, vem notando-se uma procura de intensificar os sistemas, para assim aumentar a eficiência da pecuária brasileira, visto que é necessário produzir mais animais utilizando menos espaço, ou seja, produzir mais cabeças por hectare, e para que isso seja possível a nutrição é um dos principais fatores, que pode influenciar no aumento da eficiência dos rebanhos brasileiros.

Perante este cenário, faz-se necessário utilizar instrumentos para reduzir os gastos com a nutrição dos animais para a produção de carne, assim tornando o sistema mais eficiente e lucrativo para os produtores.

Atualmente há um crescente interesse quanto ao uso de índices de eficiência alimentar, devido ao fato de que a conversão de alimento (CA) em produto de origem animal tem uma grande influência no custo de produção. Durante décadas já vem se tentando buscar, qual a melhor forma de realizar-se a seleção dos indivíduos mais eficientes no que se refere ao consumo de alimentos (GRION et al. 2014).

Praticamente todos os programas de melhoramento genético de bovinos de corte enfatizam a seleção para aumentos de pesos a diversas idades, ganho de peso diário, circunferência escrotal, características de carcaça e até mesmo o desempenho reprodutivo (LANNA; ALMEIDA, 2004), sem se atentarem para a redução dos custos com alimentação.

Dentre as várias medidas propostas ao longo dos anos para avaliar a eficiência alimentar, destaca-se o consumo alimentar residual (CAR), que permite selecionar

animais de menor consumo e exigências de manutenção sem alterar o peso adulto ou ganho de peso.

Portanto o presente trabalho tem o objetivo, de estimar o consumo alimentar residual (CAR) e a relação fenotípica com o desempenho das características de composição corporal e de carcaça, obtidas através de imagens de ultrassonografia, em reprodutores da raça Angus.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL (CAR)

As características indicadoras de eficiência na utilização de alimentos pelos animais domésticos são em grande parte baseadas em informações de consumo e peso dos animais (GRION et al. 2014). As medidas de eficiência usualmente estudadas e aplicadas em sistemas de produção são a conversão alimentar (CA), que é a razão entre ingestão de matéria seca diária (IMS) e ganho de peso diário (GPD) e sua inversa, a eficiência alimentar (EA), que é definida pela razão entre GPD e IMS.

Conforme relataram Archer et al. (1999) e Carstens et al. (2004), essas medidas podem ser confundidas com padrões de maturidade dos animais, por terem alta correlação com ganho de peso e taxa de crescimento. Quando utilizadas como critério de seleção em programas de melhoramento genético, podem resultar em um aumento significativo do consumo alimentar e do tamanho dos animais, o que dentro do sistema produtivo não seria viável, já que os objetivos são a diminuição dos custos de produção.

Além disso, segundo Smith et al. (2011), animais com conversão alimentar semelhante podem diferir de forma intensa quanto às suas taxas de crescimento. A relação entre consumo de matéria seca e ganho de peso nem sempre é linear e a máxima eficiência em ganho de peso pode ocorrer em níveis inferiores ao consumo máximo (FERRELL; JENKINS, 1998).

Buscando uma nova medida de eficiência alimentar que contribuísse para a diminuição dos custos com alimentação, sem alterar de forma negativa os aspectos produtivos, Koch et al. (1963) propuseram a utilização do consumo alimentar residual,

onde o consumo alimentar residual (CAR) é uma medida para mensuração da eficiência alimentar dos animais e é definido como a diferença entre o consumo de matéria seca observado (CMS) e o consumo estimado de matéria seca.

Segundo (BASARAB et al., 2003), os animais mais eficientes para o CAR possuem valores negativos para essa medida e necessitam menos nutrientes para sua manutenção e taxa de crescimento, resultando em menor ingestão de alimentos quando comparados aos de CAR positivo, assim o CAR seleciona animais de menor ingestão e menores exigências para manutenção, sem mudanças no peso adulto ou no ganho de peso. Essa medida define melhor a habilidade dos animais para produzir eficientemente com as fontes disponíveis de alimentos, visto que animais de CAR negativo ingerem menos alimento que o estimado para o seu peso vivo e ganho de peso (LEME; GOMES, 2007).

No trabalho de Basarab et al. (2003) onde avaliaram 176 novilhos mestiços, concluíram que os mais eficientes (CAR negativo) apresentaram menor consumo de energia metabolizável (10,2%), menor retenção de energia (12%), produziram menos calor (9,3%) e apresentaram tamanho de vísceras menores (fígado, abomaso e intestinos) do que os menos eficientes (CAR positivo). Montanholi et al. (2009) reportaram também que animais mais eficientes para CAR tiveram menor temperatura corporal (produção de calor) mensurada por uma câmera termográfica que utiliza infravermelho.

Archer et al. (2001) chegaram na conclusão que a mensuração do CAR em tourinhos é economicamente lucrativa para todos os sistemas de produção de carne bovina por reduzir a ingestão, diminuindo os custos com alimentação, sem alterar o desempenho dos animais, tanto em condições extensivas de pastejo, como em terminação no confinamento utilizando-se dietas de alto nível de concentrado.

Em outro estudo Arthur et al., (2001a) relataram que a correlação genética entre CAR observado em novilhas testadas em confinamento e testadas em regime a pasto, foi superior a 90%, indicando que se trata da mesma característica genética. Desta forma indica, que animais mais eficientes em confinamento também são mais eficientes em regime a pasto.

Herd et al. (2004) verificaram que animais com avaliação genética favorável para CAR (-1,0 kg/dia em confinamento) produziram progênie 41% mais eficiente na

utilização de alimentos a pasto, assim confirmando que o uso de reprodutores com avaliações favoráveis em relação ao CAR, poderá trazer benefícios econômicos ao sistema de produção a pasto, mesmo que estes tenham sido avaliados em confinamento, pois obtiveram alta correlação entre os dois sistemas de manejo alimentar.

Arthur et al. (1996) relataram que animais mais eficientes consumiram, em média, 13,5% menos alimento que o estimado, e que os menos eficientes consumiram 14% a mais que o predito, o que deixa a seleção de animais baseado no CAR bem interessantes no ponto de vista econômico para o sistema produtivo.

O CAR pode ser utilizado como critério de seleção em função de sua moderada herdabilidade de 0,28 a 0,39 (KOCH et al., 1963; ARTHUR et al., 2001; BASARAB et al., 2003). Esta medida de eficiência alimentar apresenta como vantagem o fato de ser fenotipicamente independente da taxa de crescimento e do peso vivo dos animais e, conseqüentemente, é uma variável mais interessante para inclusão em programas de melhoramento genético do que a conversão alimentar (BAKER et al., 2006; GRION, 2012).

Basarab et al. (2007) sugeriram que a melhor forma de reduzir os custos de produção é através da seleção de touros que são naturalmente mais eficientes, uma vez que 80 a 90% do melhoramento genético em um rebanho é realizado através dos machos.

Um touro considerado eficiente em termos de utilização dos alimentos tem a capacidade de passar esta característica para a sua progênie, resultando em economia na alimentação de bezerros do nascimento ao abate e também na alimentação de novilhas de reposição (SMITH et al. 2011).

O uso da característica CAR como ferramenta em programas de melhoramento genético, também se torna relevante quando são considerados não só os impactos econômicos diretos da redução do consumo de alimentos, como também os efeitos do impacto ambiental da produção de carne, pela redução da produção do metano proveniente da fermentação entérica dos ruminantes. Nkruman et al. (2006) relataram diferenças significativas em emissão de metano entre animais de baixo e alto CAR, sendo que os primeiros, os mais eficientes produziram 28% menos metano que os menos eficientes, os de alto CAR.

Um dos principais obstáculos para a adoção da eficiência alimentar CAR comercialmente e em processos de seleção genética, é a dificuldade de mensuração de ingestão individual de um elevado número de animais. Conseqüentemente, o custo de determinar a ingestão individual é elevado quando comparado com outras variáveis como o ganho de peso e circunferência escrotal (ALMEIDA, 2005).

Outro ponto a destacar que precisa ser mais estudado, pois de acordo com alguns estudos, o CAR tem correlação com a taxa de deposição de gordura na carcaça. Segundo Nkrumah et al., (2007), animais com fenótipos mais favoráveis para consumo alimentar residual, têm carcaças mais magras, o que pode levar respostas correlacionadas não desejáveis à qualidade da carcaça.

2.2. MENSURAÇÃO DO CAR

O CAR é um dado individual calculado após um período de alimentação de até 90 dias em bovinos (MOORE et al., 2009), devendo ser registrados diariamente as quantidades de alimento fornecido e as sobras, bem como o ganho de peso. O ganho de peso de um grupo de animais deve ser medido e modelado por regressão em função de um determinado intervalo de tempo, para obtenção de uma curva de crescimento de cada animal que possibilite o cálculo do peso inicial, ganho médio diário (GMD), peso vivo médio (PVM) e peso final (OKINE et al., 2004).

Após o período de alimentação, o CAR é calculado como a diferença entre o consumo de matéria seca observado (kg/dia) e o consumo de matéria seca predito através de ajustes para peso vivo médio metabólico (PVM, $\text{kg}^{0.75}$) e ganho médio diário em peso (GMD, kg/dia), obtendo o seguinte modelo: $Y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{GMD} + \beta_2 \text{PVMM} + \epsilon_i$, (KOCH, 1963), em que: Y_i = consumo de matéria seca predito para o animal i ; β_0 = intercepto da regressão; β_1 = coeficiente de regressão parcial sobre GMD; β_2 = coeficiente de regressão parcial sobre PVMM; ϵ_i = erro residual do consumo predito do animal i ;

Esta regressão (GMD e PVMM) explica 70 a 80% da variação no consumo predito, de acordo com dados observados na literatura (ARTHUR et al., 2001; BASARAB et al., 2003; NKRUMAH et al., 2007).

O cálculo do consumo predito também pode ser feito incluindo no modelo de predição de consumo, dados de composição corporal como área de olho de lombo e

espessura de gordura subcutânea, conforme mencionado por François et al. (2002), o que reduziria as diferenças referentes à composição corporal dos animais.

2.3. CARACTERÍSTICAS E COMPOSIÇÃO CORPORAL

2.3.1. Escore de frame

O frame, segundo o United States Department of Agriculture – USDA (2000) está relacionado ao tamanho esquelético do animal, sendo representado pela sua altura e comprimento de corpo, em função da idade, onde os animais recebem escores de 1 a 9.

Conforme (ARANGO; VAN VLECK, 2002) o frame pode ser representado por um conjunto de medidas estabelecidas pela a estrutura corporal e idade, que mudam de forma gradual até que o animal atinja a sua maturidade, num processo longitudinal típico.

O Frame é uma medida linear, obtida através de uma equação matemática que utiliza a idade e a altura na garupa (BIF 2002), que se relaciona aos pesos de abate, nos quais os animais devem apresentar a mesma composição de carcaça, ou seja, os animais de mesmo frame irão proporcionar o mesmo grau de acabamento da carcaça quanto abatidos sob o mesmo peso. É uma medida bastante útil na avaliação do potencial de um animal para a produção de carne magra e gordura na carcaça.

Através de uma descrição numérica objetiva da estrutura corporal dos animais, os escores de frame poderão refletir o padrão de crescimento, indicando seu potencial tamanho adulto; sendo que neste ponto, ressalta-se a ideia de utilizar o frame como importante ferramenta no gerenciamento de um rebanho, permitindo uma análise conjunta com outros dados de desempenho além de projetar um requerimento nutricional adequado ao animal (HORIMOTO, 2005).

A vantagem do uso de escores de frame sobre a medida da altura da garupa é que a maioria dos animais tendem a manter o mesmo escore ao longo da vida, permitindo que este seja usado para caracterizar o tamanho de um animal, independentemente do momento do registro da altura.

Contudo, o escore de frame pode mudar para aqueles animais que atingem a maturidade mais cedo ou mais tarde que a média dos animais de seu grupo de frame.

Tal afirmação pode ser explicada tendo em vista que alguns fatores podem alterar o desempenho de crescimento de um animal, como por exemplo, seu nível nutricional, haja visto que, animais que não receberem nutrição adequada estarão abaixo da média na taxa de crescimento, enquanto que os animais que possuírem altos níveis nutricionais crescerão mais rapidamente (McKIERNAN, 2000).

Um bom conhecimento dessas relações pode auxiliar nas tomadas de decisões, se tornando uma ferramenta útil para a escolha do biótipo de animais e suas exigências nutricionais, que se adequem melhor economicamente para um determinado sistema de criação.

2.3.2. Área de olho de lombo (AOL)

Área de Olho de Lombo é uma medida coletada transversalmente no músculo *Longissimus* entre as 12ª e 13ª costelas, expressa em centímetros quadrados (cm²), utilizada como característica indicadora de tecido muscular (carne) ou terminação do animal e rendimento de carcaça.

Segundo (WILLIANS, 2002) o ponto anatômico entre a 12ª e 13ª costelas é o mais usual para se estimar o total de músculo do animal e vem sendo utilizado para calcular a percentagem de cortes (carnes da carcaça). Portanto a (AOL) medida entre a 12ª e 13ª costelas é amplamente aceita e utilizada como um indicador da composição da carcaça.

Conforme (BERG; BUTTERFIELD, 1979), os músculos ao redor da coluna vertebral são de ímpeto de crescimento médio em relação ao total dos outros músculos do corpo do animal, devido a esse fator, podem ser bons indicadores do crescimento da musculatura geral da carcaça

Hamlin et al. (1995) estimaram coeficientes de correlação de 0,48 entre a AOL por ultrassom e o peso dos cortes de carcaça. Willians et al. (1997) igualmente obtiveram correlações de 0,48 entre AOL por ultrassom e peso dos cortes. Já Realini et al. (2001) reportaram coeficientes de correlação de 0,67 entre AOL por ultrassom e o peso dos cortes da carcaça. Tait et al. (2005) relataram correlações de 0,62 entre AOL por ultrassom e o peso de cortes primários da carcaça.

Tarouco et al. (2007) obtiveram coeficientes de correlação entre AOL e o peso de cortes do traseiro de 0,55. Estudando a correlação entre AOL e o peso de cortes do traseiro Silva et al. (2012) reportaram coeficientes de correlação de 0,77.

Yokoo et al. (2008) e Faria et al. (2015), ambos estudando animais da raça Nelore, relataram herdabilidades de AOL no valor de 0,35 e 0,25, respectivamente, indicando que a seleção para essa característica, promoverá um incremento no progresso genético. Trabalhos realizados com raças taurinas também encontraram herdabilidades moderadas de AOL, como indicam os experimentos de Robinson et al. (1993) e Kemp et al. (2002) onde obtiveram herdabilidade de 0,21 e 0,29 respectivamente para esta característica.

Conforme visto em vários trabalhos a característica de área de olho de lombo mostra-se uma interessante ferramenta para estimar a quantidade de cortes comerciais e rendimento de carcaça.

2.3.3. Espessura de gordura subcutânea (EGS)

Espessura de gordura subcutânea na costela é uma medida coletada na região entre as 12^a e 13^a costelas, que quantifica a espessura de gordura subcutânea sobre o músculo *Longissimus*, 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.

A EGS é uma característica associada ao valor comercial das carcaças evitando a queima do tecido muscular. Diminuindo o encurtamento das fibras pelas ondas de frio e reduzindo as perdas econômicas por gotejamento (LAWRIE, 2005).

Essa deposição de tecido adiposo é indicadora de acabamento da carcaça, sendo essencial no isolamento térmico no processo de refrigeração (GUEDES, 2005). Esta característica, por sua vez, tem grande impacto na qualidade da carne, segurança alimentar e também é uma das maiores demandas do mercado externo.

A herdabilidade da EGS assume valores com grande variação na literatura, sendo que estes se apresentam entre 0,19 a 0,52, como foi relatado nos estudos de Yokoo et al. (2008) e Faria et al. (2015).

2.3.4. Espessura de gordura na picanha (EGP)

Espessura de gordura subcutânea na picanha é uma medida coletada entre a intersecção dos músculos *Gluteus medius* e *Biceps femoris* que se localiza entre o ílio e o ísquio, é expressa em milímetros (mm), também indica o grau de acabamento da carcaça, relacionando precocidade de crescimento e acabamento.

Característica essa que é bem considerável para a avaliação de animais criados a pasto, pois tal área do corpo tem deposição de gordura mais precoce que nas costelas na idade em que se coleta a imagem. Além disso, essa característica possui melhor acurácia e repetibilidade de mensuração quando comparada a EGS (COSTA e YOKOO, 2004).

Segundo Reverter et al. (2000) reportaram herdabilidade de 0,55 e 0,33 para as raças Angus e Herford respectivamente, já Barbosa et al. (2010) estimaram herdabilidade de 0,65 para animais da raça Nelore.

2.3.5. Percentagem de Gordura intramuscular (% GIM)

Gordura intramuscular também conhecida como marmoreio, é uma medida obtida em porcentagem, tomada diretamente sobre o músculo *Longissimus* entre as 11^a, 12^a e 13^a costelas e serve para predizer a quantidade de gordura intramuscular ali depositada.

Existe grande variação na cronologia da deposição da gordura intramuscular entre os músculos, desta forma a avaliação de marmoreio é realizada no músculo *Longissimus dorsi*, cujos adipócitos aparecem mais precocemente quando comparado com os demais músculos (CIANZIO et al., 1985). A gordura intramuscular aumenta a sensação de maciez por lubrificar a mastigação e diluir o teor de tecido conjuntivo da carne (FEIJÓ et al., 1999).

A avaliação da gordura intramuscular por ultrassom é resultado da média de até cinco imagens coletadas do músculo *Longissimus dorsi*, e obtida por meio da análise de contraste da imagem. A ultrassonografia oferece dados relevantes na predição da gordura intramuscular, tanto em bezerros, como em animais em confinamento. Além de ser uma ferramenta na avaliação de reprodutores, identificando o potencial genético para marmoreio (HERRING, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MANEJO E ALIMENTAÇÃO DOS ANIMAIS

O experimento foi conduzido de acordo às diretrizes para Programas de Melhoramento de Carne, da Beef Improvement Federation (BIF, 2016).

Foram avaliados 20 reprodutores da raça Angus, pertencentes a estabelecimentos associados a Associação Brasileira de Angus, cedidos em comodato, com idade média de 2 anos. O experimento iniciou no mês de julho de 2018 tendo o seu término em setembro do mesmo ano. A justificativa para o número de apenas 20 animais, é devido a uma questão de disponibilidade de animais pela associação da raça.

No entanto trabalhos realizados, Richardson et al (2004), Morris et al (2014), Walker et al (2015), e Cohen-Zinder et al (2018), que testaram 38, 49, 38 e 26 animais respectivamente em seus experimentos, indicam a possibilidade da obtenção de bons resultados com este número de animais, porém buscando obter maior confiabilidade nos dados o experimento será repetido em diferentes anos.

Os animais foram testados na Estação Experimental Agronômica (EEA) da UFRGS, onde o setor de gado de corte possui o sistema Intergado (www.intergado.com.br) (JPL Comércio e Locação Ltda. Brasil) com 12 cochos eletrônicos modelo AF 1000 MASTER GATE e três bebedouros modelo WD 1000 MASTER GATE, responsáveis pelo registro de consumo e comportamento de ingestão de alimentos e água pelos animais de forma individualizada. Os animais foram identificados individualmente por botons transponde de rádio frequência passiva (FDX) na orelha esquerda.

Os 20 animais submetidos ao teste, permaneceram em confinamento durante um período experimental de 91 dias, ficando alojados em um piquete de 45x25m totalizando 1125 metros quadrados, sendo disponibilizados 56,25 m²/animal, com acesso a quatro (4) cochos de alimentação e um bebedouro de reabastecimento automático, com livre acesso a água e ao alimento.

O experimento teve duas etapas, onde a primeira fase, a de adaptação dos animais, perdurou por 21 dias, onde os animais tiveram condições de se adaptarem

ao sistema dos cochos eletrônicos e bem como se adaptarem, as condições de manejo e a dieta oferecida.

Os animais tiveram acesso ilimitado aos alimentos sólidos e líquidos, porém eram liberados aos cochos através do boton transponde de rádio frequência (FDX) de identificação previamente cadastrado. Este procedimento permite a coleta dos dados de consumo individual por animal das dietas sólida e líquida, bem como, comportamento ingestivo e frequência de alimentação.

No período de adaptação, os animais foram alimentados com os mesmos ingredientes da dieta do teste. A dieta foi ofertada em regime *ad libitum* e composta por silagem de milho e ração concentrada a base de milho, farelo de soja e minerais, assim como os níveis nutricionais, conforme as tabelas 1 e 2 respectivamente.

Tabela 1. Composição da dieta dos touros

Ingrediente	Inclusão (%)	Consumo de MN (kg/dia)
Silagem de milho	80,33	22,5
Milho moído	13,49	3,78
Farelo de soja	5,85	1,64
Virginiamicina	0,039	0,011
Núcleo mineral*	0,29	0,08
Total	100	28,01

*Níveis de garantia do núcleo mineral: Cálcio 16 – 20%, Fósforo 8%, Sódio 9%, Magnésio 1,2%, Enxofre 1,2%, Cobre 750mg/kg, Ferro 5000mg/kg, Iodo 60mg/kg, Manganês 1400mg/kg, Selênio 25mg/kg, Cobalto 50mg/kg, Zinco 6000mg/kg, Flúor 800mg/kg.

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 2. Níveis nutricionais da dieta total dos touros

Nutriente	Quantidade
NDT (%)	76,54
Energia metabolizável (Mcal/kgMS)	2,8
Proteína bruta (%)	13,67

Fonte: Elaborado pelo autor

O arraçoamento dos animais, foi fornecido duas vezes ao dia, já que os cochos de alimentação suportam 100 kg de alimentos. A dieta foi fornecida totalmente homogeneizada, com o auxílio de um vagão forrageiro IPACOL Modelo VFTM na proporção de silagem e concentrado conforme a formulação da mesma.

Na segunda fase do teste, o período experimental propriamente dito transcorreu nos 70 dias seguintes, onde os animais foram avaliados e classificados em relação ao CAR.

Durante o período do teste, a fase dois, a dieta fornecida foi a mesma que a da fase de adaptação, contudo foram monitoradas a bromatologia e a matéria seca (MS) da dieta total, com frequência semanal. Esses procedimentos nos permitem corrigir o consumo e a dieta durante o experimento.

As amostras foram coletadas e enviadas para as análises, seguindo tais procedimentos: uma subamostra de cada cocho foi coletada após o abastecimento, totalizando quatro subamostras, posteriormente as mesmas foram misturadas de forma homogênea, formando apenas uma amostra; esta amostra, foi dividida em quatro quadrantes, conforme recomendado pelo protocolo de amostragem de dieta total misturada da Universidade da Califórnia (ROBINSON & MEYER,2010); foi novamente misturado dois quadrantes em diagonal, somente após este processo se retirou a amostra para análise. Esse procedimento foi realizado nos dias 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 e 63, tanto para análise da matéria seca como para as análises bromatológicas.

A matéria seca foi determinada através de uma estufa com ventilação forçada seguindo método proposto AOAC (1995) onde a amostra ficou exposta durante 48hs a uma temperatura de 105°C.

A análise química da dieta foi realizada pelo método de Weende, com nitrogênio determinado pelo método Kjeldahl (HORWITZ, 2000) e de FDN e FDA pelo método de Van Soest (VAN SOEST et al 1991). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da UFRGS.

3.2. FUNCIONAMENTO DOS COCHOS ELETRÔNICOS

Os cochos são equipados com células de carga que permitem a pesagem eficiente dos alimentos durante todo o período, que sendo interligado ao um software, medem o consumo individual por animal, bem como as visitas e o tempo de permanência ao cocho. Isto se deve aos sensores de presença e as antenas RFID

que identificam os animais através do botom eletrônico e liberam o acesso aos cochos, assim permitindo a coleta de dados de cada evento alimentar dos animais.

Esses dados são salvos em um banco de dados que geram relatórios dos hábitos alimentares do grupo dos animais, permitindo extrair: o consumo diário de alimento (kg/dia); consumo de alimento em cada visita ao cocho (kg/refeição); taxa de consumo (gramas/minuto); frequência de visitas ao cocho (número de eventos por dia); duração das visitas ao cocho (minutos/dia); horário dos tratos e quantidade fornecida; intervalo entre os eventos alimentares; taxa de ocupação dos cochos ao longo do dia e tempo de permanência em frente ao cocho, sem consumo de alimento; ordem de entrada dos animais no cocho e hierarquia social.

Figura 1. Cochos eletrônicos (Sistema intergado)



Fonte: Elaborado pelo o autor

3.3. COLETA DE DADOS

3.3.1. Dados para o teste do CAR

Com o auxílio dos cochos eletrônicos, e seguindo as recomendações da Beef Improvement Federation (BIF, 2016), o teste teve duração de 70 dias, onde os animais foram pesados no início, no meio e no fim do experimento em balança eletrônica True Test Modelo 3500.

O peso individual diário dos animais durante o período do teste foi gerado através de uma balança eletrônica acoplada no bebedouro, onde os animais enquanto consumiam água eram gerados tais dados.

Os dados de consumo de alimentos foram coletados a partir dos relatórios gerados pelo sistema intergado, onde o consumo de alimentos foi corrigido pelo teor de matéria seca que foi obtido semanalmente.

O cálculo do CAR deu-se através da ingestão de matéria seca atual (IMS) menos a IMS esperada para atender os requerimentos energéticos de manutenção e crescimento (Koch, 1963).

Para o cálculo do consumo esperado foi utilizado o modelo de regressão múltipla base, onde:

1) $IMS_{predito} = \beta_0 + \beta_1 GMD + \beta_2 PVMM + \beta_3 EGSUS + \varepsilon_1$, em que: IMS: consumo de matéria seca predito para o animal i ; β_0 = Intercepto da regressão; β_1 = Coeficiente linear parcial de regressão para ganho médio diário (GMD); β_2 = Coeficiente linear parcial de regressão para peso metabólico na metade do teste ($PVMM^{0,75}$); β_3 = Coeficiente linear parcial de regressão para espessura de gordura subcutânea por ultrassom (EGSUS); ε_1 = Resíduo que expressa a medida da eficiência do CAR corrigido para EGSUS.

O CAR foi mensurado pela diferença entre o CMS medido e o CMS predito. Os animais após o teste foram classificados para CAR baixo, médio e alto, onde os de baixo CAR, os mais eficientes, ficaram um desvio padrão a menos, os médios ficaram dentro da faixa de + ou - um desvio padrão e os altos ficaram na faixa de um desvio padrão acima da média, conforme mencionado por (Mahler, 2016).

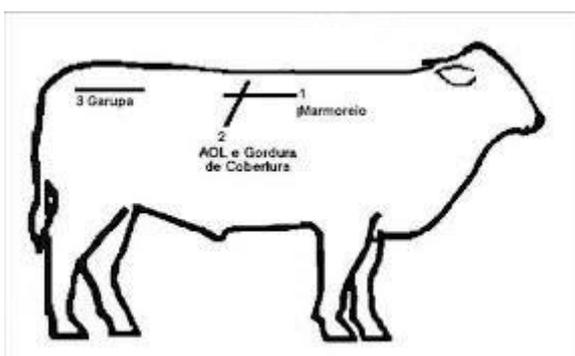
3.3.2. Dados de composição corporal

As imagens para mensuração de características de composição corporal foram obtidas através de um equipamento de ultrassom Aloka SSD 500 V equipado com transdutor linear UST 5049 com frequência de 3,5 MHz. As imagens coletadas foram as de espessura de gordura subcutânea na costela (EGSUS), espessura de gordura subcutânea na picanha (EGPUS); área do músculo *longíssimus* (AOLUS) e percentagem de gordura intramuscular (PGIMUS).

A medida da AOLUS foi realizada no espaço intercostal entre a 12^a, 13^a costelas para a obter área do músculo, a EGSUS foi obtida através da $\frac{3}{4}$ da linha média do *longíssimus*, EGPUS foi obtida no sítio anatómico paralelamente aos ossos ílio e ísquio, no ponto de intersecção entre os músculos *gluteus medius* e *biceps femoris*. A estimativa da PGIMUS foi o valor médio de quatro imagens, obtidas paralelamente a coluna vertebral sobre o músculo *longissimus* correspondente a área entre a 11^a, 12^a e 13^a costelas, conforme figura 2.

Foi utilizado óleo vegetal como acoplante acústico e guia acústica no espaço intercostal no sítio de coleta da AOLUS com a finalidade de acompanhar a curvatura da região anatómica onde se realizou a coleta das imagens. As imagens foram armazenadas e analisadas com auxílio de software UICS (CUP Lab®, LLC-USA) certificado e por profissional habilitado pelo Ultrasound Guidelines Council (UGC).

Figura 2. Pontos de coleta de imagens por ultrassom



Fonte: Google fotos

As medidas de composição corporal e medidas de altura de garupa (ALT) para estimar o escore de frame, foram coletadas no início, meio e fim do experimento de acordo com protocolo BIF (2016).

As classificações de CAR baixo, médio e alto foram utilizados como variáveis independentes, para mensuração do seu impacto sobre a composição corporal dos animais submetidos ao experimento. Onde cada animal foi considerado uma unidade experimental.

As análises dos dados coletados foram realizadas pelo procedimento MIXED do SAS (Statistical Analysis System, versão 9.4). As médias foram ajustadas pelo método

dos quadrados mínimos e comparadas pelo teste Tukey-kramer, a 5% de probabilidade.

Foram estimadas as correlações fenotípicas entre as características de comportamento alimentar, CAR e composição corporal por ultrassom, através dos coeficientes de correlação de Pearson e Spearman (PROC CORR; SAS Inst Inc.)

A correlação de Pearson é uma medida paramétrica de associação entre duas variáveis, medindo o grau de associação e direção da relação linear. A correlação de ordem de ranques de Spearman é uma medida não paramétrica de associação baseada nos ranques dos valores dos dados, que determina se uma alteração qualquer ocorreu quando da classificação dos animais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. DESEMPENHO DOS ANIMAIS

Após o término do teste os animais foram ranqueados para CAR, a característica da espessura de gordura subcutânea na costela foi incluída na equação de regressão onde: $IMS \text{ predito} = \beta_0 + \beta_1 GMD + \beta_2 PVMM_{0,75} + \beta_3 EGSUS + \epsilon_1$.

Os animais classificados como baixo CAR consumiram em média 2,804 kg de MS/dia a menos em relação aos classificados como alto CAR, assim tendo um consumo de MS de 9,1 % menor do que o esperado e os animais classificados em alto CAR consumiram 8,5 % a mais do que o esperado, obtendo uma diferença de 17,6 % de consumo entre os extremos. Esses valores são semelhantes aos obtidos por Castro Bulle et al. (2007) que trabalhando com animais com predominância Angus X Hereford, reportaram diferenciais entre os animais de baixo e alto CAR de 15,3% no consumo de matéria seca, durante 120 dias de experimento.

A média da característica foi de zero com a distribuição normal dos dados, sendo confirmada pelo teste de Shapiro-Wilk. O desvio padrão para CAR foi 1,03. A classificação nos níveis de CAR foi fundamentada em desvios em relação à média, sendo classificados como baixo CAR animais que obtiveram mais de um desvio padrão abaixo da média, médio CAR entre \pm um desvio padrão em torno da média, e alto CAR mais de um desvio padrão acima da média, conforme tabela 3.

Tabela 3. Desempenho e classificação para CAR

ANIMAL	Ranking CAR	CMS observado	CMS predito	Diferença
2284	baixo	15.81	17.57	-1.764
TE10	baixo	14.39	15.80	-1.414
171	baixo	15.91	17.12	-1.210
2364	médio	13.93	14.87	-0.941
P239	médio	15.64	16.58	-0.937
RD3382	médio	13.39	14.13	-0.738
RD3401	médio	13.37	13.98	-0.606
6426	médio	16.63	16.48	0.152
T544	médio	16.16	15.84	0.320
185	médio	15.82	15.47	0.346
2309	médio	17.72	17.37	0.352
2285	médio	18.53	17.91	0.619
3138	médio	16.22	15.34	0.878
F381	médio	18.25	17.34	0.914
238	alto	18.75	17.45	1.304
P383	alto	16.33	15.01	1.320
2410	alto	15.98	14.58	1.404

Diferença – diferença entre a média do consumo observado diário e a média de consumo estimado diário de matéria seca

Fonte: Elaborado pelo autor

Após a classificação do CAR foram calculadas as correlações através do coeficiente de Pearson, com as características de composição corporal durante o teste, os resultados encontram-se na tabela 4.

Tabela 4. Correlações entre e CAR e características de composição corporal

		CAR	GPV	AOLUS	EGSUS	EGPUS	PGMIUS	FRAME	PE
CAR	r p								
GPV	r p	0,0040 0,988							
AOLUS	r p	-0,182 0,483	0,446 0,072						
EGSUS	r p	-0,186 0,474	-0,311 0,223	-0,454 0,066					
EGPUS	r p	-0,046 0,859	-0,368 0,145	-0,243 0,346	0,537 0,026*				
PGMIUS	r p	0,064 0,791	-0,061 0,813	-0,355 0,161	0,350 0,167	0,502 0,039*			
FRAME	r p	-0,232 0,368	-0,055 0,832	-0,535 0,026	0,385 0,126	-0,076 0,770	-0,058 0,824		
PE	r p	-0,104 0,688	0,188 0,468	-0,273 0,287	0,335 0,188	0,010 0,968	0,115 0,659	0,559 0,019*	

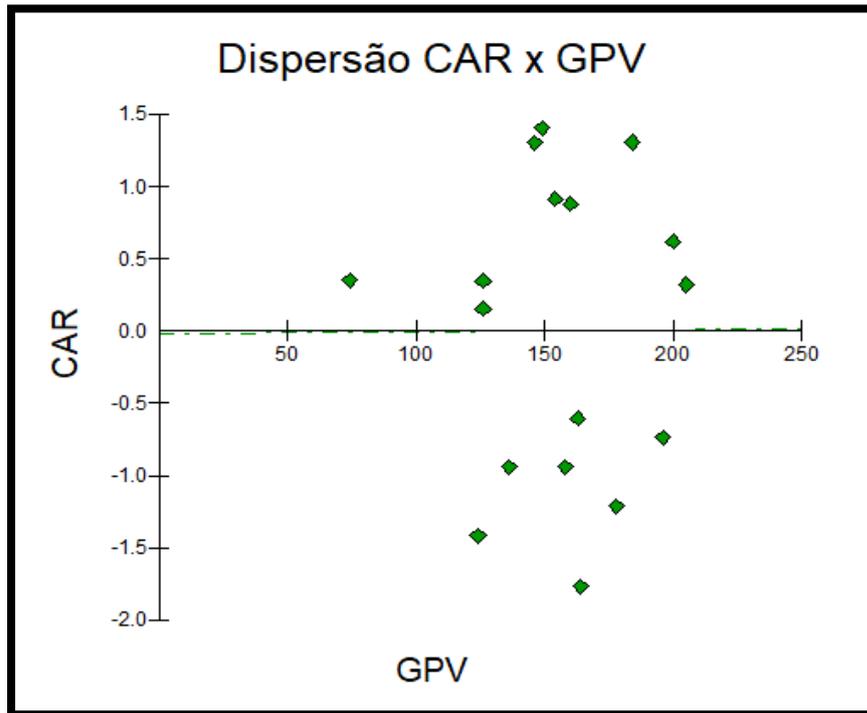
CAR-consumo alimentar residual; GPV-ganho de peso vivo do início ao final do teste; AOLUS-diferença da área de olho de lombo do início ao final do teste; EGSUS-diferença da espessura de gordura subcutânea do início ao final do teste; EGPUS-diferença da espessura subcutânea na picanha do início ao final do teste; PGMIUS-diferença da % gordura intramuscular do início ao final do teste; FRAME-escore de frame no início do teste; PE-perímetro escrotal no início do teste; r-coeficiente de Pearson; p-probabilidade; * significativo a p<5%.

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2. CAR E GANHO DE PESO VIVO

Os animais no presente estudo não tiveram diferença significativa quanto ao ganho de peso nos grupos baixo, médio e alto CAR, durante o período de teste, o GMD obtido foi de 2,221 kg de peso, totalizando uma média de 155,5 kg durante o teste, conforme pode ser visto na figura 3. Os resultados obtidos concordam com os de outros trabalhos onde Lima et al., 2013, Arthur e Herd, 2008, já haviam indicado a independência do CAR para tal característica.

Figura 3. Ganho de peso vivo (GPV) em kg dos animais, dentro dos grupos de CAR



Fonte: Elaborado pelo autor

Almeida et al. (2004), trabalhando com novilhos Nelore, com idade de (36 meses) observaram que os animais com alto consumo residual consumiram 26% mais que os animais mais eficientes, porém obtiveram mesmo ganho médio diário (1,3 kg/dia). Carstens et al. (2002) e Basarab et al. (2003) encontraram diferenças no consumo de matéria seca entre grupos de animais mais e menos eficientes de 21 e 12%, respectivamente, mas também não observaram diferenças no GMD dos animais.

Em outro trabalho (Reis, 2009), relatou que novilhas ineficientes (alto CAR) consumiram 4,6% mais MS do que as de baixo CAR, e como esperado, o ganho médio diário (1,4 kg/dia) não diferiu entre os grupos de CAR. O que nos indica que pode haver uma grande variação de consumo entre os animais menos e mais eficientes.

Segundo (Nielsen, 2004) essa variação genética no consumo de alimentos, após descontadas possíveis diferenças devido à taxa e composição do ganho de peso, parece ser predominantemente, senão totalmente, explicada por diferenças nos custos energéticos relacionados à manutenção por unidade de tamanho metabólico. Essa tem sido uma das argumentações para a utilização do CAR em programas de melhoramento.

Richardson et al. (1998) relataram que filhos de touros de baixo CAR apresentaram menor CMS que os filhos de touros de alto CAR, não alterando o GMD que foi semelhante ao restante do grupo, portanto obtendo uma melhor conversão alimentar nos animais de baixo CAR.

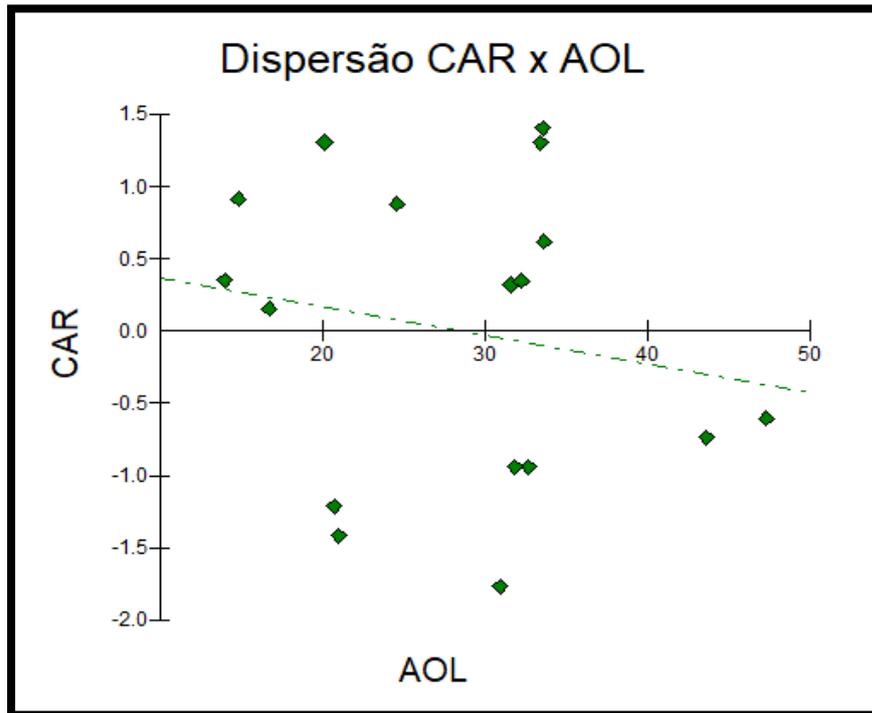
A correlação encontrada entre CAR e GPV foi de 0,004 não sendo significativa estatisticamente, concordando com Basarab et al. (2003) que encontraram correlação nula entre CAR e GMD. O que nos indica que podemos utilizar o CAR como característica para eficiência alimentar, não influenciando no ganho de peso dos animais. Assim podemos concluir que animais selecionados para CAR negativo devem trazer mais rentabilidade no sistema de produção de carne bovina.

As correlações de CAR entre escore de frame e perímetro escrotal, foram de -0,232 e -0,104 respectivamente, não sendo significativa. O que já era esperado, pois de acordo com a literatura o CAR não influencia no crescimento e no peso adulto dos animais.

4.3. CAR E CRESCIMENTO DA ÁREA DE OLHO DE LOMBO

No início do experimento os animais apresentavam uma média de 85,58 cm² de área de olho de lombo, na segunda avaliação no meio do teste mediram em média uma área de 106,52 cm², apresentando um ganho de 20,58 cm², e no final do teste tiveram 113,94 cm² de AOL, assim totalizando um ganho de 28,36 cm² de AOL, conforme figura 4. Os animais não se diferenciaram entre os grupos de CAR baixo, médio e alto, quanto ao ganho de AOL, o que podemos concluir que a classificação por CAR não altera o ganho de AOL e conseqüentemente não altera a porção de carne comestível da carcaça. Nkrumah et al. (2007a) também não obtiveram diferença de AOL entre as classes de CAR.

Figura 4. Crescimento de (AOL) em cm^2 dos animais, dentro dos grupos de CAR



Fonte: Elaborado pelo autor

A correlação observada entre CAR e crescimento de AOL no presente trabalho foi de -0,182, não sendo significativa estatisticamente, não diferindo do estudo de Richardson et al. (2001) onde observaram que animais com baixo CAR no final do teste não apresentaram diferença significativa entre as classes de CAR nas medidas da área de olho de lombo (AOL) por meio de ultrassom, porém nos indica que animais mais eficientes para CAR ao longo do tempo, terão maior crescimento muscular do que os menos eficientes. Em outro estudo Segundo Herd et al. (1999), CAR está correlacionado negativamente com o conteúdo de tecido magro da carcaça, concordando com os dados apresentados no presente experimento.

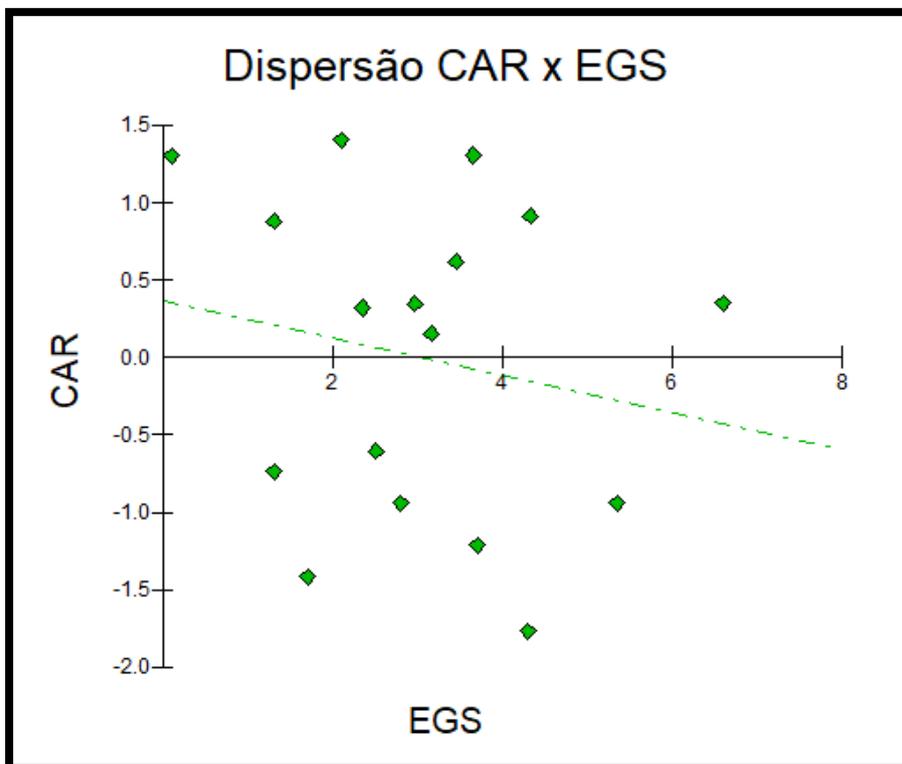
Crowley et al. (2011), em um teste de desempenho com 2605 animais de seis raças taurinas distintas, relataram correlação genética nula entre CAR e área de olho de lombo.

Esses resultados são indicativos que uma seleção para CAR não interferiria na composição muscular das carcaças.

4.4. CAR E DEPOSIÇÃO DE GORDURA SUBCUTÂNEA NA COSTELA

A média de EGS apresentada pelos animais no início do teste foi de 3,44 mm, na segunda avaliação a medida foi de 4,73 mm, apresentando um ganho de 1,29 mm, já no final do teste a média de EGS observada foi de 6,48 mm. O total de deposição de gordura subcutânea na costela durante o experimento foi de 3,04 mm, os animais não diferiram significativamente entre os grupos de classificação para CAR baixo, médio e alto nas avaliações, conforme mostra a figura 5.

Figura 5. Deposição de (EGS) em mm, dentro dos grupos de CAR



Fonte: Elaborado pelo autor

A correlação dessa característica com CAR encontrada foi de -0,186 não obtendo significância estatisticamente, o que já era esperado, pois para o cálculo da classificação para CAR, incluímos na fórmula de regressão para consumo esperado a característica EGSUS, assim objetivando corrigir o CAR para tal característica.

Segundo alguns estudos já relataram que o cálculo do consumo predito pode ser feito incluindo no modelo de predição de consumo, dados de composição corporal como área de olho de lombo e gordura de cobertura, assim reduziria as diferenças

inerentes à composição corporal dos animais. De acordo com McDonagh et al. (2001) também sugeriram que para corrigir tais problemas, o consumo predito seja calculado também em função da espessura de gordura subcutânea.

Isso explica os resultados diferirem de outros trabalhos que obtiveram resultados contrários de correlação entre CAR e EGS, como os de Nkrumah et al. (2004) e Basarab et al. (2003) que relataram correlações positivas entre CAR e deposição de gordura na carcaça, variando de 0,14 a 0,30 respectivamente. Leme et al. (2007) também relataram que novilhos Nelore mais eficientes apresentaram menor espessura de gordura subcutânea.

Entretanto, outros trabalhos também não acharam correlações significativas entre CAR e EGS. Almeida et al. (2004), trabalhando com bovinos Nelore, não observaram diferenças em espessura de gordura subcutânea e área de olho de lombo entre animais mais e menos eficientes. Ahola et al., 2011 e Santana et al., 2014 relatam a independência genética entre CAR e medidas de gordura subcutânea.

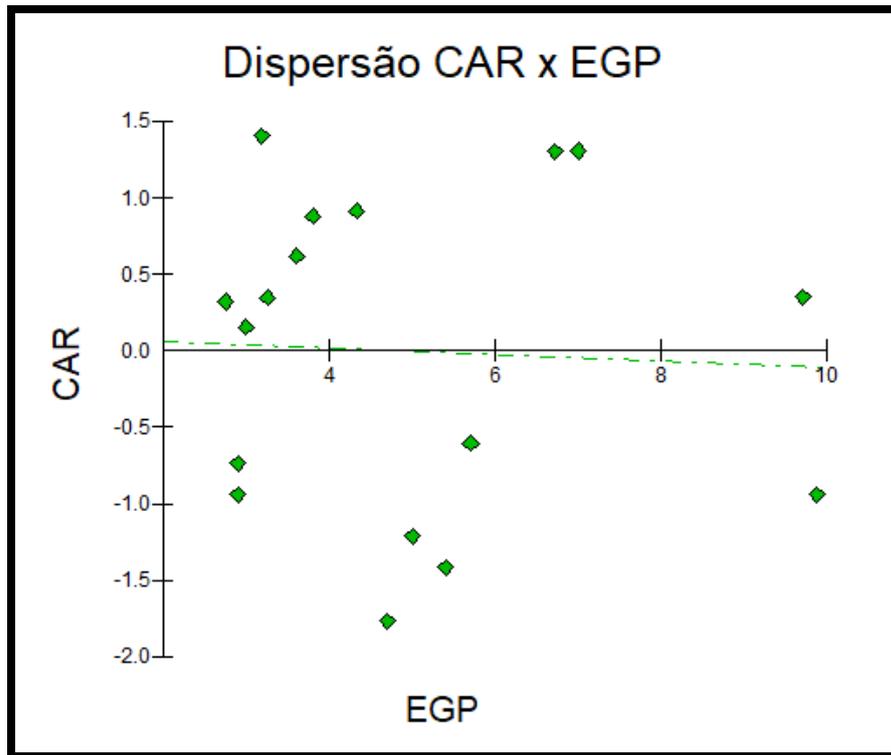
Segundo Mahler (2016), as baixas correlações entre CAR e EGS são importantes, pois a seleção de animais com baixo CAR pode resultar em uma redução na EGS, tendo efeito sob o acabamento de carcaça e a condição corporal.

Contudo as correlações entre CAR e EGS, devem ser consideradas e estudadas para um programa de melhoramento, já que existem resultados de estudos e pesquisas que divergem sobre essas relações. Entretanto se forem aplicadas de forma adequada e equilibrada podem trazer ganhos significativos para os sistemas produtivos.

4.5. CAR E DEPOSIÇÃO DE GORDURA SUBCUTÂNEA NA PICANHA

Na avaliação no início do teste a média obtida para espessura de gordura na picanha foi de 3,74 mm, já no meio do teste os animais apresentaram 7,46 mm obtendo um ganho de 3,72 mm de ganho de EGP e na última avaliação a média foi de 8,67 mm, totalizando um aumento de EGP de 4,93 mm ao longo do experimento. Não se observou diferença significativa para essa característica, entre as classificações para CAR baixo, médio e alto, conforme figura 6.

Figura 6. Deposição de EGP dentro dos grupos de CAR



Fonte: Elaborado pelo autor

A correlação observada no presente estudo entre CAR e deposição de gordura na picanha foi de $-0,046$ considerada quase nula, não demonstrando significância estatisticamente, o que já era esperado, pois como explicado anteriormente incluímos no cálculo de consumo esperado a característica de EGSUS, isto se explica, pois a correlação entre EGP e EGS é considerada positiva, de moderada a alta de acordo com algumas literaturas, e que podemos confirmar, já que encontramos uma correlação entre essas duas características de $0,537$.

Sainz et al. (2006) não relataram diferença entre novilhos Angus-Hereford para animais CAR negativo e positivo na espessura de gordura subcutânea total da carcaça, indicando a baixa ou inexistente correlação fenotípica entre CAR e composição corporal, o que não difere dos dados encontrados neste estudo. Ribeiro et al. (2007) também não obtiveram diferença para animais Angus de CAR positivo e negativo para o percentual de gordura na carcaça.

Porém alguns estudos indicam que o CAR tem correlação positiva com a EGP, (RICHARDSON et al., 2001; BASARAB et al., 2003; ARTHUR et al., 2001^a;

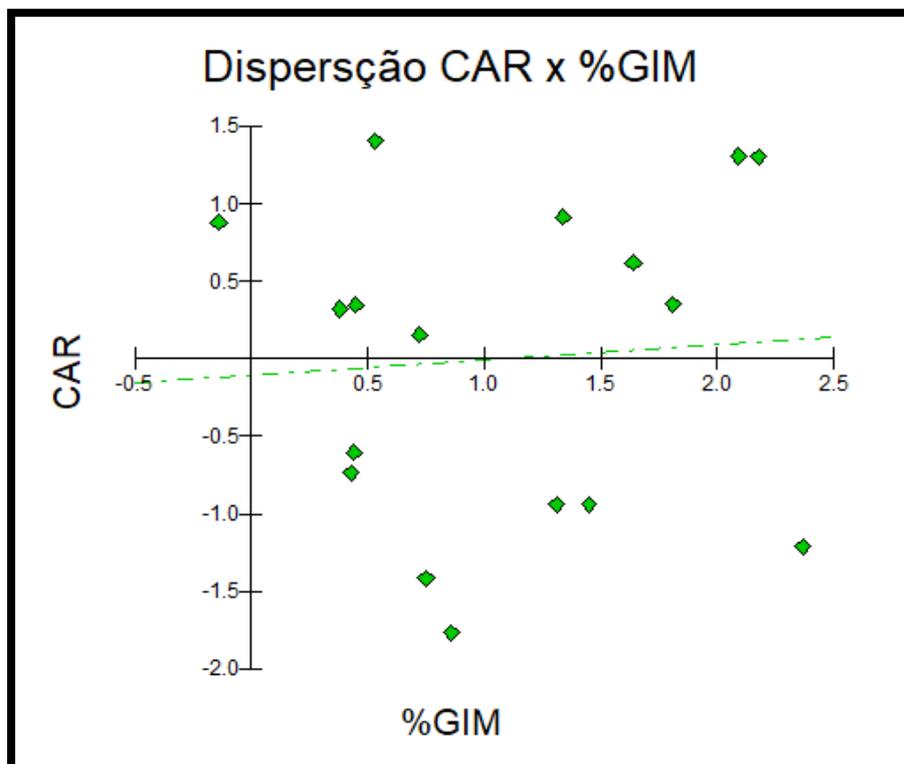
NKRUMAH et al., 2007a) indicando que a seleção baseada no CAR pode levar a seleção de animais com menos gordura em sua composição corporal.

Entretanto, com essas divergências encontradas na literatura, os resultados obtidos no trabalho se mostram satisfatórios, pois a utilização da EGSUS no cálculo da equação do consumo esperado nos indica que a correlação entre CAR e EGP sendo quase nula, não atrapalharia esta característica quando se selecionar animais para baixo CAR.

4.6. CAR E DEPOSIÇÃO DE GORDURA INTRAMUSCULAR

Para a característica de gordura intramuscular os animais foram avaliados no meio e no final do experimento, apresentando uma média de 3,08% no meio e no final do teste apresentaram 4,18% de gordura intramuscular, obtendo um ganho de 1,10% de GIM ao longo do experimento, não foi observado diferença significativa de %GIM entre as classificações de CAR baixo, médio e alto para essa característica, conforme figura 7.

Figura 7. Medidas de % de GIM dentro dos grupos de CAR



Fonte: Elaborado pelo autor

A correlação encontrada neste estudo para CAR e GIM foi de 0,064 não sendo significativa estatisticamente, o que nos indica que a seleção para CAR não interfere na maciez e suculência da carne produzida.

Szasz et al. (2004) constataram que medidas de ultrassonografia de área de olho de lombo e gordura intramuscular, não tiveram correlação com CAR. Segundo Ribeiro et al., (2007) trabalhando com bovinos da raça Angus, observaram que os indivíduos com baixo CAR apresentaram peso menor do trato gastrointestinal, entretanto não diferiram em relação aos animais de alto CAR quanto a percentagem de gordura na carcaça e gordura intramuscular.

McDonagh et al. (2001) relataram que não há evidências de que a seleção para CAR venha acompanhar uma mudança em atributos qualitativos da carne bovina como índice de fragmentação miofibrilar, força de cisalhamento, escore de marmoreio e coloração da carne e da gordura, não tendo então nenhum impacto sobre a maciez da carne.

5. CONCLUSÃO

Conforme os resultados obtidos no trabalho, identificamos que a utilização do CAR não influencia nas características fenotípicas de composição corporal e qualidade de carcaça bovina. As correlações observadas entre CAR e essas características, nos indicam que é viável fazer uso dessa ferramenta para seleção de animais mais eficientes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIEC, Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Perfil da Pecuária do Brasil – Relatório Anual 2018**. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/Sumario2019.aspx>, acesso em: maio de 2019
- ALMEIDA, R., LANNA, D.P.D., LEME, P.R. 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: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004, p. NR 491 p. 1-4.
- ALMEIDA, R. **Consumo e eficiência alimentar de bovinos em crescimento**. 181p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” /Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2005.
- AOAC. Official Methods of Analysis. 16th ed. Washington, DC, 1995.
- ARANGO, J.A.; VAN VLECK, L.D. Size of beef cows: early ideas, new developments. **Genetics and molecular research**, v.1, p.51-63, 2002.
- ARCHER, J.A. *et al.* Potential for selection to improve efficiency of feed use in beef cattle: a review. **Australian Journal of Research**. v.50, p. 147-161, 1999
- ARCHER, J.A. *et al.* Genetic variation in feed intake and efficiency of mature beef cows and relationships with postweaning measurements. In: WORLD CONGRESS ON GENETIC APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, n. 7. **Proceedings...** Montpellier, França, 2002.
- ARTHUR, P.F.; HERD, R.M.; WRIGHT, J. Net feed conversion efficiency and its relationship with other traits in beef cattle. In: PROCEEDINGS OF THE AUSTRALIAN SOCIETY OF ANIMAL PRODUCTION, n.21. **Proceedings...** p.107-110, 1996.
- ARTHUR, P.F. *et al.* Genetic and phenotypic variance and covariance components for feed intake, feed efficiency, and other postweaning traits in angus cattle. **Journal of Animal Science**. v. 79, p. 2805-2811, 2001
- ARTHUR, J.P.F. & HERD, R.M.. Residual feed intake in beef cattle. **Rev. Bras. Zootecn.** Viçosa, v. 37, p. 269-279, 2008.
- BARBOSA, V. *et al.* Estudo Genético Quantitativo de Características de Carcaça e Perímetro Escrotal, Utilizando Inferência Bayesiana em Novilhos Nelore. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 789-797, 2010.
- BASARAB, J. A. *et al.* Residual feed intake and body composition in young growing cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.83, n.2, p.189-204, 2003.
- BASARAB, J. A. *et al.* Relationships between progeny residual feed intake and dam productivity traits. **Canadian Journal of Animal Science**. v 87, p. 489-502, 2007.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **Nuevos conceptos sobre desarrollo de ganado vacuno**. Zaragoza, Acribia, p.297, 1979.

BIF. Guidelines for Uniform Beef Improvement Programs, 10th ed revised. Disponível em: <http://beefimprovement.org/library-2/bif-guidelines>. Acesso: 19 de maio de 2019.

BISHOP, S. C. Phenotypic and genetic variation in body weight, food intake and energy utilization in Hereford cattle. I. Performance test results. **Livestock Production Science**. Rome, v.30, p. 1-8, 1992.

BAKER, S.D.; KLEIN, T.A.; SZASZ, J.I. Residual feed intake of purebred Angus steers: effects on meat quality and palatability. **Journal of Animal Science**, v.84, p.938-945, 2006.

BONILHA, E.F.M. **Composição corporal de bovinos Nelore selecionados para peso e classificados para consumo alimentar residual**. p. 86 Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável) -- Programa de Pós-Graduação do Instituto de Zootecnia, Nova Odessa- SP, 2011.

CIANZIO D.S. *et al.* Adipose tissue growth and cellularity: changes in bovine adipocyte size and number. **Journal of Animal Science**. V. 60, n. 4, p. 970-6, 1985

CARSTENS, G.E.; KERLEY, M.S. Residual feed intake: an alternative measure of feed efficiency for beef cattle. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, **Proceedings...**Saint Louis, p. 409, 2004.

CARTENS, G.E.; THEIS, C.M.; WHITE, M.B *et al.* Relationships between net feed intake and ultrasound measures of carcass composition in growing beef steers. **Beef cattle Research**, Texas, p. 31-34, 2002.

CASTRO BULLE, F.C.P.; PAULINO, P. V. R.; SANCHES, A.C. Growth, Carcass Quality, 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.

CROWLEY, J J. *et al.* Genetic associations between feed efficiency measured in a performance test station and performance of growing cattle in commercial beef herds. **Journal of Animal Science**, v.89, p.3382-3393, 2011.

FAO. 2013. **World Agriculture towards 2030/2050**: The 2012 revision. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

FARIA, C.U. *et al.* Análise bayesiana para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia de bovinos da raça Nelore Mocho, criados em bioma Cerrado. **Ciência Rural**, v. 45 p. 317-322, 2015.

FERREL, C.L; JENKINS, T.G. Cow type and nutritional environment: nutritional aspects. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.61, p.725-741, 1985.

FERRELL, C. L.; JENKINS, T. G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high concentrate diet during the finishing period: I: angus,

belgian blue, hereford, and piedmontese. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 2, p. 637-646, 1998.

FRANÇOIS, D. *et al.* Genetic parameters of feeding traits in meat sheep. Anais VII World Congress on Genetics Applied to **Livestock Production Montpellier**, Montpellier, França, 2002.

GIBB, D.J.; McALLISTER, T.A. The impact of feed intake and feeding behaviour of cattle on feedlot and feedbunk management. In: WESTERN NUTRITION CONFERENCE, n.20, Calgary. **Proceedings...** Calgary: University of Alberta, p.101-116, 1999.

GRION, A.L. **Parâmetros genéticos de medidas indicadoras de eficiência alimentar de bovinos de corte**. 94f. Dissertação (mestrado) -Programa de Pós-Graduação em Produção Animal Sustentável, Instituto de Zootecnia, Nova Odessa-SP, 2012.

GRION, A L. *et al.* Selection for feed efficiency traits and correlated genetic responses in feed intake and weight gain of Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v.92, n.3, p.955–965, 2014.

GUEDES, C.F. *et al.* Característica de carcaça da progênie de touros representativos da raça Nelore obtidas in vivo por ultra-sonografia. In: **42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Goiânia-GO, 2005

HAMLIN, K.E.; GREEN, R.D.; CUNDIFF, L.V. Real-time ultrasonic measurement of fat thickness and longissimus muscle diameter: II. Relationships between real-time ultrasound measures and carcass retail yield. **Journal of Animal Science**, v.73, p.1725-1734, 1995.

HERD, R. M.; ARCHER, J. A.; ARTHUR, P. F. Reducing the cost of beef production through genetic improvement in residual feed intake: Opportunity and challenges to application. **Journal of Animal Science**, Savoy v.81, n.1, p.9-17, 2003.

HERD, R.M.; ODDY, V.H.; RICHARDSON, E.C. 2004. Biological basis for variation in residual feed intake in beef cattle. 2. Review of potential mechanisms. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v44, p 423–430.

HORIMOTO, A.R.V.R. **Estimativas de parâmetros genéticos para escores de estrutura corporal (frame) em bovinos de corte da raça nelore**. 88f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade de São Paulo, 2005

KEMP, D. J.; HERRING, W. O.; KAISER, C. J. Genetic and environmental parameters for steer ultrasound and carcass traits. **Journal of Animal Sciences**, Champaign, v. 80, n. 6, p. 1489-1496, 2002.

KOCH, R.M.; SWIGER, L.A.; CHAMBERS, D. *et al.* Efficiency of feed use in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.22, n.2, p.486-494, 1963.

LANNA, D.P.D.; ALMEIDA, R. **Exigências nutricionais e melhoramento genético para eficiência alimentar: experiências e lições para um projeto nacional.** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 248-259, 2004.

LEME, P.R.; GOMES, R.C. Características de carcaça de novilhos Nelore com diferente consumo alimentar residual. In: REUNION ASOCIACION LATINO AMERICANA DE PRODUCCION ANIMAL (ALPA), n.20, Cuzco. **Proceedings...** Cuzco, 2007.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina.** 1ª ed. São Paulo, 2000. 134p

MAGNANI, E. **Caracterização do consumo alimentar residual e relações com desempenho e metabolismo de fêmeas Nelore.** 86f. Dissertação (mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Produção Animal Sustentável, Instituto de Zootecnia, Nova Odessa-SP, 2011.

MAHLER, L. E. Recommended Duration for Evaluating Feed Intake and Validating the Residual Feed Intake Model in Brangus Heifers. **Thesis submitted to the Graduate Faculty of Auburn University.** December, 2016.

MCDONAGH, M.B. *et al.* 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**, v.41, p.103-121, 2001.

MOORE, S.; MUJIBI, F.D.; SHERMAN, E.L. Molecular basis for Residual Feed Intake in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.87, p.41-47, 2009.

MORRIS, S. T. *et al.* Growth, feed intake and maternal performance of Angus heifers from high and low feed efficiency selection lines. **Animal Production Science** v.54. January, 2014.

NKRUMAH, J.D. *et al.* Relationships of feedlot feed efficiency, performance, and feeding behavior with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.84, p.145-153, 2006.

NKRUMAH, J.D; BASARAB, J.A.; WANG, Z. 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.

NIELSEN, B.; HANSEN, H. Effect of grape pomace rich in flavonoids and antioxidants on production parameters in dairy production. **J. Anim. Feed Sci.**, v. 13, p. 535-538, 2004.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **1996. Nutrient requirements of beef cattle.** 7th ed. National Academy Press, Washington, DC.

OKINE, E.K. *et al.* Residual feed intake and feed efficiency: differences and implications. **Anais XV Florida Ruminant Nutrition Symposium**. Gainesville: University of Florida, p.27-38, 2004.

REIS, S.F. **Características de crescimento e qualidade de carne de novilhas de corte de diferentes classes de consumo alimentar residual**. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

REVERTER, A. *et al.* Genetic analyses of live-animal ultrasound and abattoir carcass traits in Australian Angus and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 1786–1795, 2000.

RICHARDSON, E.C. *et al.* Body composition and implications for heat production of Angus steer progeny of parents selected for and against residual feed intake. **Aust. J. Exp. Agricult.**, Victoria, v. 41, n. 7, p. 1065-1072, 2001.

ROBINSON, D.L.; HAMMOND, K.; McDONALDO. Live animal measurement of carcass traits: estimation of genetic parameters for beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, p. 1128-1135, 1993.

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. **Anais...** Viçosa, p. 345- 360, 2006.

SILVA, S. L. *et al.* Prediction of retail beef yield, trim fat and proportion of high valued cuts in Nellore cattle using ultrasound live measurements. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 9, p. 2025-2031, 2012.

SMITH, R.M. *et al.* Effects of selection for decreased residual feed intake on composition and quality of fresh pork. **Journal of Animal Science**, v.89, p.192-200, 2011.

TAIT, R.G. Jr.; WILSON, D.E.; ROUSE, G.H. Prediction of retail product and trimmable fat yields from the four primal cuts in beef cattle using ultrasound or carcass data. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1353-1360, 2005.

TAROUÇO, J.U. *et al.* Comparação entre medidas ultra-sônicas e da carcaça na predição da composição corporal em bovinos. Estimativas do peso e da porcentagem dos cortes comerciais do traseiro, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.36, n.6, p.2092-2101, 2007.

USDA – **United States Department of Agriculture**. Disponível em: <http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1488>, Acesso em: 04 de Maio de 2019.

VAN SOEST, P. J., J. B. ROBERTSON, AND B. A. LEWIS. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.** v. 74, p.3583–3597, 1991.

WALKER, R. S., *et al.* Impact of cow size on dry matter intake, residual feed intake, metabolic response, and cow performance. **Journal Animal Science**, v. 93, p. 672–684, 2015.

WILLIAMS, R. E. *et al.* Biceps femoris and rump fat as additional ultrasound measurements for predicting retail product and trimmable fat in beef carcasses. **Journal Animal Science**, 75:7-13, 1997.

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