

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE AGRONOMIA

CURSO DE ZOOTECNIA

VITOR BLEHM AZEVEDO

ESTIMATIVA DA EFICIÊNCIA ALIMENTAR RESIDUAL DE TERNEIROS BRANGUS  
DESMAMADOS

PORTO ALEGRE

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE AGRONOMIA

CURSO DE ZOOTECNIA

VITOR BLEHM AZEVEDO

**ESTIMATIVA DA EFICIÊNCIA ALIMENTAR RESIDUAL DE TERNEIROS  
BRANGUS DESMAMADOS**

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

PORTO ALEGRE

2018

VITOR BLEHM AZEVEDO

**ESTIMATIVA DA EFICIÊNCIA ALIMENTAR RESIDUAL DE TERNEIROS  
BRANGUS DESMAMADOS**

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

Data de Aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Jaime Urdapilleta Tarouco – Doutor em Zootecnia

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Harold Ospina Patino – Doutor em Zootecnia

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Fernanda Dornelles Feijó – Doutoranda em Zootecnia

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida que me proporciona e por ser sempre meu refúgio e fortaleza, além de colocar tantas pessoas boas a minha volta.

Agradeço aos meus pais, Sergio e Rosi, pela incansável luta em tornar a minha vida e da minha irmã as melhores possíveis e também por conseguirem isso. Por acreditarem em mim e me darem de tudo para que eu possa ser uma boa pessoa no mundo.

A minha irmã Juliane, pelo apoio de sempre e auxílio técnico quando precisei durante a graduação.

Aos meus avós paternos, Ilídio e Marlene, que nos deixam saudades, e aos meus avós maternos, Nery e Élia, por serem os quatro esteios da minha família e terem seus valores refletidos dentro da minha casa.

Agradeço minha estimável namorada e amiga Júlia, por todo apoio durante a graduação e na realização deste trabalho, me incentivando e fazendo acreditar em mim mesmo quando me pareciam faltar pernas.

Agradeço ao meu professor e orientador durante mais de quatro anos, Jaime Urdapilleta Tarouco, por todos os ensinamentos, oportunidades, amizade e confiança a mim concedida.

Agradeço a todos os demais professores e profissionais que colaboraram para minha formação profissional e pessoal.

Aos meus colegas e amigos do grupo de estudos, Douglas, Fernanda, Carol, Lúcio, João, Lucas, Daniela, Lucas e Eduarda pelo auxílio na realização deste experimento, bem como as discussões e trocas de idéias sempre produtivas.

Aos meus amigos da faculdade, Diego, Marcos, Rodrigo, Ruan e Augusto, pela troca de visões e experiências.

A faculdade de agronomia, curso de zootecnia e a estação experimental agrônômica, por ter sido um diferencial na formação de um jovem urbano que hoje entende alguma coisa do que é produção animal.

Gratidão é a palavra que define o fechamento deste ciclo.



## RESUMO

O presente estudo teve como objetivo estimar o consumo alimentar residual (CAR) correlacionado às características fenotípicas de terneiros Brangus desmamados. Foram utilizados para a avaliação 61 terneiros da raça Brangus, com média de 10 meses de idade, pesando aproximadamente 220 Kg. O experimento foi conduzido na Estação Experimental Agrônômica (EEA) da UFRGS, utilizando sistema de cochos eletrônicos Intergado. Os animais foram dispostos em dois piquetes, com 30 e 31 animais em cada, sendo disponibilizados 35 m<sup>2</sup> por animal. Cada piquete dispunha de quatro (4) cochos de alimentação e um bebedouro de reabastecimento automático. O protocolo foi conduzido em duas fases de avaliação: Fase 1: período de adaptação, com duração de 21 dias; fase 2: período de teste de avaliação do CAR, com duração de 70 dias; e classificação dos animais em: alto, médio ou baixo CAR. Tal processo permitiu a coleta de dados sobre o consumo individual, bem como da dieta sólida e líquida, e sobre o comportamento alimentar. Durante todo o período foram gerados dados de peso individual, através de uma balança acoplada ao bebedouro que realizava a medição no momento de consumo de água. Dados de consumo alimentar eram gerados sempre que os animais entravam nos cochos. Através da utilização de ultrassonografia, foram avaliadas as características de composição corporal, como espessura de gordura subcutânea na costela (EGSUS), espessura de gordura subcutânea na picanha (EGPUS) e área do músculo *longissimus* (AOLUS). As imagens foram coletadas no início, metade e final do teste. Ainda, nestas mesmas datas, realizou-se a medição da altura da garupa (ALT), para proceder a estimativa do frame dos animais. O CAR mostrou não ter efeito sobre características economicamente relevantes, como a composição de carcaça. Os resultados obtidos no presente estudo evidenciam que, consistente com outros relatos, o CAR é uma medida fenotipicamente independente do peso, podendo ser utilizado como uma ferramenta eficiente de seleção.

**Palavras-chave:** bovinos de corte; CAR; ultrassonografia de carcaça; eficiência alimentar.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Visão frontal do cocho AF 1000 MASTER GATE .....	21
Figura 2. Visão lateral do cocho AF 1000 MASTER GATE .....	22
Figura 3. Rankeamento e classificação dos animais dentro dos grupos de CAR.....	25
Figura 4. Peso corporal dentro dos grupos alto, médio e baixo CAR, nos diferentes períodos de avaliação (início, meio e fim) .....	26
Figura 5. Medidas de Área de olho de lombo (AOL) dentro dos grupos alto, médio e baixo CAR, nos diferentes períodos de avaliação (início, meio e fim) .....	32
Figura 6. Medidas de Espessura de Gordura Subcutânea (EGS) dentro dos grupos alto, médio e baixo CAR, nos diferentes períodos de avaliação (início, meio e fim) .....	33
Figura 7. Medidas de Espessura de Gordura na Picanha (EGP) dentro dos grupos alto, médio e baixo CAR, nos diferentes períodos de avaliação (início, meio e fim) .....	34
Figura 8. Relação do peso com a AOL.....	35
Figura 9. Relação do peso com a EGS.....	36
Figura 10. Relação do peso com a EGP.....	36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição da dieta destinada aos terneiros Brangus.....	19
Tabela 2. Correlação entre o CAR e as características de CMS, consumo de água, peso inicial, peso na metade e peso final, avaliações de AOL, EGS e EGP e idade inicial e final, com nível de significância de 5% .....	29
Tabela 3. Médias das características fenotípicas na primeira avaliação. ....	30
Tabela 4. Médias das características fenotípicas na segunda avaliação.....	31
Tabela 5. Médias das características fenotípicas na terceira avaliação.....	31



## SUMÁRIO

1.Introdução.....	10
1.2 Eficiência Alimentar em Bovinos de Corte.....	12
1.3 Consumo Alimentar Residual (CAR).....	13
1.4 Ultrassonografia de carcaça.....	15
1.5 Escore de Frame.....	17
2. Metodologia.....	18
3. Resultados e Discussão.....	25
3.1 Correlação CAR.....	29
3.2 Medidas de composição corporal com relação ao CAR.....	30
3.3 Custos.....	36
4. Conclusão.....	37
5. Referências Bibliográficas.....	37

## 1. Introdução

Em 2017 o rebanho bovino brasileiro somou mais de 220 milhões de cabeças, segundo relatório da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC). O volume de carne produzida chegou a 9,71 milhões de toneladas equivalente carcaça (TEC), sendo que desta produção, 20,9% destina-se à exportação, em que se faz importante ressaltar que as exportações obtiveram um crescimento de 13% em relação ao ano anterior (2016), representando uma receita de R\$ 6,2 bilhões. De acordo com relatório do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2018), a expectativa de crescimento para o comércio mundial de carne bovina teria um acréscimo de 5%, chegando a 10,5 milhões de toneladas. Ainda, a pecuária de corte nacional movimentou mais de 500 bilhões de reais, onde o investimento voltado para a nutrição dos rebanhos representa mais de R\$ 10 milhões (ABIEC, 2018). Desse modo, é possível observar que a nutrição, principalmente, possui um alto impacto econômico na produção pecuária.

Entretanto, apesar dos números bastante expressivos gerados pela pecuária nacional, sabe-se que os rebanhos brasileiros são caracterizados por baixa eficiência produtiva. Isso decorre devido a fatores como a baixa pressão de seleção de novilhas de reposição para características de interesse (produtivas e de composição corporal), baixo nível nutricional durante a recria, elevada idade à puberdade e ao primeiro parto, baixa taxa de natalidade e repetição de cria, que ficam em torno de 55% e 40%, respectivamente, ocupação das áreas de pastagem com animais improdutivo e que não geram renda ao sistema. Esses fatores acarretam em um aumento do período do ciclo pecuário, que no país compreende oito anos, e taxas de desfrute que giram em torno de 18% (ABIEC, 2016).

Há uma projeção para 2027, em que o rebanho se estabilizará em número de cabeças, enquanto que a produção aumentará em 24%, passando de nove mil TEC (2017) para mais de 12 mil TEC. Ainda, a expansão da produção agrícola em áreas que inicialmente eram pastagens, vem se tornando um fator limitante para a pecuária, e estima-se que até 2027 haja uma redução de 6% nessas áreas (ABIEC, 2017). Portanto, para que o aumento de TEC seja possível, faz-se necessário aumentar a taxa de desfrute para 21%.

Quando comparamos a necessidade energética da dieta por unidade de produto comestível, a produção de carne bovina é cerca de um terço da eficiência da produção de suínos, e um quinto da produção de frangos (MADDOCK *et al.* 2015). Logo, a produção de carne bovina necessita reduzir os custos por unidade de produto.

Por consequência dos fatores acima citados, percebe-se um movimento de intensificação dos sistemas de produção pecuários, em que se busca alimentar o mesmo número de animais em áreas menores, ou aumentar a lotação em uma mesma área de pastoreio.

Tendo em vista estes aspectos, faz-se necessário o uso de ferramentas buscando incrementar a produção, de modo a torná-la eficiente e mais rentável, reduzindo os custos com nutrição. Desse modo, a demanda por sistemas de produção mais eficientes na

bovinocultura de corte, tem levado a um crescente interesse na realização de pesquisas relacionadas aos mecanismos que possam reduzir custos com a alimentação, conhecendo seu impacto econômico nos sistemas produtivos, e sabendo-se que a lucratividade é altamente dependente da quantidade de carne vendável produzida, por unidade de alimento consumido (NIELSEN *et al.* 2013). Portanto, têm-se desenvolvido pesquisas acerca da eficiência alimentar de bovinos de corte, e seu impacto sobre os sistemas de produção pecuários.

Nesse contexto, Gibb e McAllister (1999) observaram que uma melhora de 5% na eficiência alimentar possui um impacto quatro vezes maior do que uma melhora de 5% no ganho médio diário dos animais.

A pecuária de corte possui sua dieta baseada no consumo forrageiro, o que tornaria difícil a medição de ingestão e eficiência dos animais a pasto. Portanto, a identificação de animais mais eficientes através de características indicadoras em bovinos com a dieta baseada em grãos pode ser o ideal, conforme descrito por Mahler (2016).

Existem diferentes medidas passíveis de serem usadas para a medição da eficiência alimentar animal, entre estas, a conversão alimentar relativa, medida tradicional de eficiência alimentar, é definida como a quantidade de alimento consumido, dividido pelo ganho de peso vivo (PV). Essa medida tem sido utilizada com sucesso na produção de carne avícola e suína, porém, para bovinos, em decorrência das diferenças fisiológicas, a seleção de animais mais eficientes por meio desse método não obteve sucesso. De outro modo, respostas correlacionadas com baixo FCR identificam animais com aumento nas taxas de crescimento, no tamanho maduro e com elevados requerimentos de manutenção (CREWS, 2005; MAHLER, 2016). A conversão alimentar é uma ferramenta útil quando se avalia bovinos em fase de crescimento e acabamento, porém, não se adequa para vacas maduras gestantes e em lactação, ponto importante a ser considerado, tendo em vista que esta categoria é responsável pelo maior consumo de alimento na bovinocultura de corte (MADDOCK, 2015).

Essa medida é afetada por fatores de confundimento devido à variação nos modelos de maturidade, e está estritamente associada às características de produção. Além disso, o uso desse método na seleção pode aumentar o tamanho adulto e, portanto, os custos de manutenção das vacas, o que acaba por comprometer a eficiência dos rebanhos (Lancaster *et al.*, 2009b). Uma medida semelhante é a eficiência alimentar bruta, definida como a relação do ganho de peso vivo e ingestão de matéria seca (DMI) (MAHLER, 2016).

MacNeil *et al.* (2011) propôs outra medida de eficiência alimentar, o ganho médio diário residual (GDAR), definida como a diferença entre o ganho atual e o ganho predito, baseando-se na ingestão de alimento, peso vivo e composição corporal. Para essa medida, animais que possuem GDAR positivo têm maior ganho de peso que o predito, sendo, portanto, considerados mais eficientes.

Outra medida a ser utilizada, objetivando a seleção genética dos animais de cria e abate, é a eficiência alimentar residual (CAR). Para esta, quantifica-se a variação de ingestão além dos requerimentos de energia destinados a manutenção e produção, sendo medida em animais em fase de crescimento Koch *et al.* (1963). Essa medida de avaliação (CAR), tem se

destacado e possui um grande potencial para utilização no melhoramento de rebanhos, tratando-se de eficiência alimentar, pois é uma medida independente de características de desempenho, tais como peso vivo e ganho de peso, desse modo, não implicando no aumento da exigência de manutenção do rebanho de cria (LIMA *et al.*, 2013), e sim, reduzindo-a.

Arthur *et al.* (2001), Shenkelet *et al.* (2004) e Lancaster *et al.* (2009<sup>b</sup>) afirmam que esta característica é considerada apropriada para programas de seleção, em que se busca melhorar a eficiência alimentar, ressaltando ser uma medida independente dos modelos de crescimento e maturidade.

Neste sentido, vários estudos têm sido conduzidos utilizando a medida CAR, com o objetivo de identificar animais mais eficientes quanto ao aproveitamento nutricional.

Entretanto, os impactos do uso dessa característica sobre o desempenho reprodutivo, a qualidade de carne e o impacto ambiental não estão bem elucidados, fazendo-se necessário o desenvolvimento de mais estudos acerca dos mesmos.

Logo, buscando sanar alguns questionamentos sobre a medida CAR, o presente estudo tem como objetivo estimar o consumo alimentar residual (CAR) correlacionado às características fenotípicas de terneiros Brangus desmamados.

## **1.2 Eficiência Alimentar em Bovinos de Corte**

A grande maioria dos programas de melhoramento em bovinos de corte se concentrou na melhoria de características de produção consideradas economicamente relevantes, tais como o crescimento, a qualidade de carcaça e a fertilidade, objetivando aumentar a viabilidade econômica dos sistemas produtivos. Ainda ausentes dos atuais programas de melhoramento, procura-se explorar a variação genética da eficiência alimentar, tendo em vista que as reduções nos insumos nutricionais possam melhorar substancialmente a rentabilidade da produção de carne bovina (CARSTENS and TEDESCHI, 2006).

Várias formas são utilizadas para medir a eficiência alimentar em bovinos de corte, tais como a conversão alimentar (CA), eficiência alimentar bruta, índice de Kleiber, taxa relativa de crescimento e consumo alimentar residual (NASCIMENTO, 2011), cada uma destas apresenta vantagens e desvantagens, e sua escolha vem de encontro com os objetivos de seleção que são buscados.

Embora o custo para medir o consumo de alimento tenha restringido a implementação de estratégias voltadas à eficiência alimentar no passado, a comercialização de tecnologias mais econômicas para medição do consumo ajudou a renovar o interesse nesta área.

Atualmente, as medidas de eficiência alimentar mais utilizadas na seleção de bovinos de corte são a eficiência alimentar bruta e a conversão alimentar. Entretanto, ambas as medidas possuem correlação com o peso adulto, e, portanto, aumentam a exigência de manutenção dos animais, caracterizando uma grande desvantagem das mesmas (ARTHUR *et al.*, 2001).

### **1.3 Consumo Alimentar Residual (CAR)**

Proposto inicialmente por Koch *et al.* (1963), o consumo alimentar residual (CAR) é uma medida de eficiência alimentar alternativa à CA, em que não há aumento do peso adulto. Este é calculado pela diferença entre o consumo observado e o consumo esperado, obtido através da regressão do consumo individual, observado em função do peso corporal metabólico médio e o ganho médio diário (GMD).

Utilizando-se dados de ingestão e desempenho de um conjunto contemporâneo de animais, determina-se o consumo alimentar esperado de um animal, com base em seu peso e taxa de crescimento durante um determinado período de teste.

Uma importante característica a ser ressaltada com relação ao CAR, que distingue essa medida de outras, é que esta é fenotipicamente independente das características de produção utilizadas para calcular o consumo esperado, como peso corporal e taxa de crescimento (CARSTENS and TEDESCHI, 2006).

Animais são considerados eficientes quando possuem menor consumo de alimento do que o esperado, caracterizados por possuírem CAR negativo. Por outro lado, animais ineficientes consomem mais alimento do que o esperado, e possuem, portanto, CAR positivo (CARSTENS and TEDESCHI, 2006). Desse modo, valores negativos ou menores são mais desejáveis do que valores positivos ou maiores (Crews, 2005). Esta característica é moderadamente hereditária, em 0,45 (Crowley *et al.*, 2010). Portanto, a seleção de reprodutores para baixo CAR devem dar origem a animais eficientes em sua alimentação.

Através da alimentação obtêm-se energia para que se alcancem os requerimentos de manutenção e produção, além de gastos energéticos residuais dos animais. Neste sentido, dois animais de mesma idade cronológica, mas em diferentes estágios de desenvolvimento, podem diferir em sua eficiência alimentar. Isso decorre do modo como os mesmos irão utilizar o

alimento, gerando diferentes estágios de desenvolvimento e diferentes requerimentos energéticos.

A ingestão de alimento é altamente dependente da idade fisiológica, portanto para realização do teste de ingestão alimentar os animais devem ter idade semelhante. Estes, quando avaliados quanto a ingestão pós-desmame, devem ter pelo menos 240 dias de idade no início do teste, tendo uma faixa de diferença de até 60 dias de idade dentro do seu grupo contemporâneo. Ainda, as medidas de ingestão de alimento devem ser finalizadas antes que os animais atinjam 390 dias de idade (BIF, 2016). Além disso, faz-se importante salientar que, de acordo com as diretrizes da Beef Improvement Federation (BIF, 2010), sugere-se um período de adaptação de 21 dias, para que os animais se adequem às instalações do teste e à dieta, seguido de um período de teste de 70 dias, para obtenção de dados, como ingestão de alimento e peso, utilizados para calcular a taxa de ganho e estimativa do CAR. Dessa forma, obtendo dados precisos quanto à ingestão e GMD (BIF, 2016). Archer *et al.* (1997) observaram que, para taurinos (*Bos taurus*), são necessários, no mínimo, 35 dias de coleta de dados para avaliação do consumo individual, porém, recomenda-se mínimo de 70 dias de coleta de dados para determinação do GMD.

O consumo de alimento esperado é obtido através da regressão da ingestão alimentar diária, sobre o GMD e peso metabólico médio na metade do teste (PMMT), em que o CAR é o resíduo da equação, sendo o valor não explicado pelas características mensuráveis no modelo de predição (MAHLER, 2016).

Após o período de alimentação, calcula-se o CAR como a diferença entre o consumo de matéria seca (MS) observado (Kg/dia) e o consumo de MS esperado, através de ajustes para peso vivo médio metabólico (PVMM, Kg<sup>0,75</sup>) e GMD em peso (Kg/dia), obtendo-se o seguinte modelo:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{GMD} + \beta_2 \text{PVMM} + \epsilon_i$$

Onde:

$Y_i$ : consumo de matéria seca esperado para o animal  $i$

$\beta_0$ : intercepto da regressão

$\beta_1$ : coeficiente de regressão parcial sobre GMD

$\beta_2$ : coeficiente de regressão parcial sobre PVMM

$\epsilon_i$ : erro residual do consumo esperado do animal  $i$

Atualmente, a utilização de tecnologias como os cochos eletrônicos permite alta precisão na coleta dos dados para estudos como o de CAR. Seu uso possibilita o registro automático da quantidade de alimento oferecido e sobras, bem como a mensuração da dinâmica da ingestão alimentar de cada animal. O equipamento gera dados de consumo e comportamento alimentar de forma automática e individual, possuindo alta acurácia e confiabilidade.

Quanto às desvantagens em relação à utilização do CAR como medida de eficiência alimentar, cita-se o alto custo para a realização da avaliação. Este está relacionado com a medida individual do consumo dos animais, que devem ser mantidos em piquetes providos de equipamentos para a mensuração do consumo individual. Ainda, necessita-se de mão-de-obra para o fornecimento de alimento (ALMEIDA, 2005). Entretanto, mesmo sabendo-se dos custos para a realização da avaliação, é de suma importância que sejam observados os benefícios da seleção de animais mais eficientes para o incremento do melhoramento genético dos rebanhos ao longo do tempo.

#### **1.4 Ultrassonografia de carcaça**

A ultrassonografia de carcaça é uma técnica que permite a coleta de dados *in vivo*, de modo não invasivo, das características de carcaça em bovinos. Essa ferramenta permite acompanhar ao longo do tempo o desenvolvimento dos tecidos muscular e adiposo. Segundo Tarouco (2004), a ultrassonografia é uma alternativa confiável para estimar composição corporal em bovinos de corte. O que possibilita a utilização do ultrassom para estimativa dos tecidos vivos é a diferença da impedância acústica de cada um destes tecidos, cada um mostra uma resistência diferente em relação as ondas sonoras emitidas pelo aparelho de ultrassom (Tarouco, 2004).

Silva *et al.* (2003) relataram a importância da identificação de um método confiável para estimar a composição corporal, especialmente quando há a necessidade de determinar a taxa ou eficiência de crescimento de carcaça. Conforme Fischer (1997), a técnica de ultrassonografia em carcaça bovina passou a ser usada para predição da composição de

tecidos desses animais a partir de 1950 e é considerada uma tecnologia de baixo custo e fácil aplicação, quando comparada às medidas feitas diretamente na carcaça após o abate. Muitos trabalhos têm demonstrado altas correlações entre as características de composição corporais obtidas por ultrassom no animal vivo com as respectivas medidas na carcaça (Tarouco *et al.*, 2005; Emenheiser *et al.*, 2014; Peña *et al.*, 2014).

As três principais características de carcaça avaliadas por ultrassom, são: espessura de gordura subcutânea (dois sítios anatômicos: costela e picanha), área de olho de lombo e porcentagem de gordura intramuscular. Sendo esta última de deposição mais tardia na carcaça, de acordo com a idade jovem dos animais do presente trabalho, essa característica não foi avaliada.

A espessura de gordura subcutânea (EGS) é medida em milímetros (mm) entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas sobre o músculo *longissimus*, consistindo em uma simples medida da profundidade do tecido  $\frac{3}{4}$  distante do lado medial do músculo *longissimus* para o lado lateral. Esta é uma medida muito comum de gordura subcutânea e está relacionada diretamente com rendimento de carcaça (Tarouco *et al.*, 2005). A determinação da espessura de gordura subcutânea com uso da ultrassonografia mostra associações de alta magnitude quando realizadas por técnicos experientes e treinados, mas podem ser superestimadas em animais muito magros e subestimadas em animais muito gordos (Greiner *et al.*, 2003b; Tarouco *et al.*, 2005).

A área de olho de lombo (AOL) é a representação em cm<sup>2</sup> de uma faixa transversal do músculo *longissimus*, no ponto entre as duas últimas costelas do bovino (12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup>). É muito utilizada como indicador da composição corporal em bovinos (Houghton e Turlington, 1992), porém variações podem ocorrer nas medidas obtidas, devido a fatores como: idade do animal, conformação, quantidade de gordura, sexo, limitações tecnológicas e muito importante o treinamento do técnico que coleta as imagens. A área de olho de lombo é uma medida muito comum para obter-se o total de músculo da carcaça e calcular grau de rendimento, é mais difícil obter uma estimativa precisa de AOL em relação a EGS pois se trata de uma imagem com duas dimensões: comprimento e profundidade (Willians, 2002).

Espessura de gordura subcutânea na picanha (EGP) é a medida realizada no sítio anatômico entre os ossos ílio e ísquio sobre a intersecção dos músculos *Glúteos médios* e *Bíceps femoris*,  $\frac{3}{4}$  da borda medial. A espessura de gordura na picanha tem correlação negativa com a porcentagem de cortes comerciais (Willians, 2002).



Podendo ser utilizada em vários propósitos dentro dos sistemas de produção pecuários, a ultrassonografia de carcaça é uma ferramenta muito importante dentro do âmbito de pesquisa, pois determina a quantidade de cada tecido distribuído na carcaça com uma precisão muito grande, sem ser invasiva e sem deixar resíduos na carne, podendo ser utilizada concomitantemente com avaliações de outras características produtivas (Aliston, 1982). No presente estudo, essa ferramenta possibilitou o acompanhamento do desenvolvimento dos tecidos da carcaça dos animais de diferentes grupos de CAR.

### **1.5 Escore de Frame**

Caracterizado por ser uma descrição objetiva e numérica do tamanho do esqueleto dos animais, o escore de frame reflete o padrão de crescimento e o potencial tamanho maduro dos bovinos. Este escore é obtido a partir da atura de garupa e idade do animal. As informações obtidas com estas medidas são complementares a outros dados de desempenho, e podem ser utilizadas para se obter uma indicação do tamanho maduro, bem como para caracterizar o potencial de desempenho e as necessidades nutricionais de um animal (Dhuyvetter, 1995).

Estas medidas têm sido utilizadas em muitos programas de testes de rebanho, complementando outros dados. Relações de peso e medidas lineares de altura incrementam a avaliação de gordura individual em programas de desempenho animal (BIF, 1990).

Espera-se que a maioria dos animais mantenha o mesmo escore de frame ao longo da vida, enquanto que sua altura real aumenta com a idade. Isso permite que um valor de frame seja usado independentemente de quando o animal foi avaliado. O escore de frame mudará apenas nos animais que amadurecerem mais precocemente ou mais tardiamente quando comparados aos animais comuns. Isso pode ser explicado pois alguns fatores podem alterar o desempenho de crescimento de um animal, como exemplo, seu nível nutricional, tendo em vista que animais que não receberem nutrição adequada estarão abaixo da média na taxa de crescimento, enquanto que os animais que possuem altos níveis nutricionais crescerão mais rapidamente (BIF, 1990).

É possível obter uma indicação da curva de crescimento de um animal, sendo possível projetar seu peso esperado, seja para o abate ou para o gado reprodutor. Porém, é importante ressaltar que o peso varia de acordo com as diferenças de musculatura, comprimento do corpo e outros fatores. Nesse contexto, o maior peso de vaca madura está associado ao aumento do

escore de frame, resultando em uma maior necessidade de alimentação para manutenção. O aumento do tamanho maduro deve ser observado, pois pode resultar em animais mais tardios quanto à puberdade e acabamento (Dhuyvetter, 1995).

O retorno econômico em longo prazo deve determinar a faixa ideal de frame dentro de um sistema de criação, com seus recursos e especificações de mercado.

## **2. Metodologia**

O experimento foi conduzido de acordo com as diretrizes para Programas de Melhoramento de Carne, segundo a Beef Improvement Federation (BIF, 2018).

Foram utilizados para a avaliação 61 terneiros da raça Brangus, com média de 10 meses de idade (pós-desmame), pesando aproximadamente 220 Kg, provenientes de uma propriedade comercial.

Os animais foram identificados individualmente através da colocação de bottons transponde de radio frequência passiva (FDX) na orelha esquerda.

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Agrônômica (EEA) da UFRGS, no período de junho a outubro de 2018, no setor de gado de corte, com sistema de cochos eletrônicos Intergado, ([www.intergado.com.br](http://www.intergado.com.br)) contando com 8 cochos eletrônicos modelo AF 1000 MASTER GATE e três bebedouros modelo WD 1000 MASTER GATE, responsáveis pelo registro do consumo e comportamento de ingestão de alimento e água dos animais, de forma individual.

Os animais foram dispostos em dois piquetes, com 30 e 31 animais em cada, sendo disponibilizados 35 m<sup>2</sup> por animal. Cada piquete dispunha de quatro (4) cochos de alimentação e um bebedouro de reabastecimento automático, ambos de livre acesso.

O protocolo foi conduzido em duas fases de avaliação dos animais, sendo estas: Fase 1: período de adaptação, com duração de 21 dias; fase 2: período de teste de avaliação do consumo alimentar residual (CAR), com duração de 70 dias; e classificação dos animais em: alto, médio ou baixo CAR.

Previamente à avaliação do CAR, os animais passaram por um período de adaptação (Fase 1) às instalações do sistema Intergado, bem como à dieta, com duração de 21 dias. Aqueles animais que durante os sete dias iniciais não foram detectados pelo sistema, ou não consumiram alimento de forma adequada, foram reavaliados e considerou-se sua retirada das instalações. Ainda, quando alertado pelo sistema o consumo de alimento por um animal não

identificado, cujo brinco não foi detectado, este teve seu brinco substituído. Com essa substituição, esperou-se o consumo similar ao registro prévio que era observado do animal não identificado.

Durante este período, os animais foram alimentados com os mesmos ingredientes da dieta utilizada durante o experimento. Esta, foi ofertada em regime *ad libitum*, sendo composta por silagem de milho e ração concentrada a base de milho, farelo de soja e minerais, conforme descrito na tabela 1.

Tabela 1: Composição da dieta destinada aos terneiros Brangus.

<b>Ingrediente</b>	<b>Inclusão (%)</b>	<b>Consumo (kg/dia)</b>
<b>Silagem de Milho</b>	80,54	14,32
<b>Milho Moído</b>	10,85	1,93
<b>Farelo de soja</b>	8,33	1,48
<b>Núcleo Mineral<sup>1</sup></b>	0,28	0,05
<b>Total</b>	100	17,78

<sup>1</sup>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.

No período experimental (Fase 2) a dieta fornecida foi a mesma do período de adaptação, porém, neste período foram monitoradas, semanalmente, a bromatologia e matéria seca (MS) da dieta total. As amostras enviadas para análise foram coletadas da seguinte forma: coletou-se uma sub amostra de cada cocho após seu abastecimento, e em seguida, estas foram homogeneizadas em apenas uma amostra, sendo após dividida em quatro quadrantes, conforme recomendação do protocolo de amostragem de dieta total misturada da Universidade da Califórnia (ROBINSON & MEYER, 2010). Misturou-se, novamente, dois quadrantes em diagonal, para que fosse retirada a sub amostra para análise. Este procedimento foi realizado nos dias 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 e 63 do período experimental, para ambas as análises (MS e bromatologia).

Para determinação da matéria seca, utilizou-se uma estufa com ventilação forçada, segundo método proposto por AOAC (1995), em que a amostra é exposta por um período de 24 horas à temperatura de 105°C. A análise química da dieta foi feita através do método de Weende, com nitrogênio determinado pelo método Kjeldahl (HORWITZ, 2000). Análises de

FDN e FDA foram realizadas através do método de Van Soest (VAN SOEST *et al* 1991). Estas realizaram-se no Laboratório de Nutrição Animal da UFRGS.

A dieta foi fornecida totalmente misturada, com auxílio de um vagão forrageiro IPACOL Modelo VFTM, utilizando-se a proporção de 80% de silagem de milho e 20% de ração concentrada.

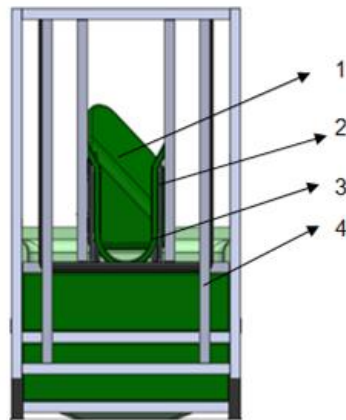
Eram fornecidas duas alimentações diariamente, sendo que cada cocho de alimentação havia capacidade para 100 Kg de alimento.

Os animais possuíam acesso ilimitado aos cochos automáticos, sendo liberados através do botton transponder de radio frequência (FDX) de identificação (RFID), previamente cadastrado, de forma individual, no sistema automático de medição de ingestão alimentar Intergado. Tal processo permitiu a coleta de dados sobre o consumo individual de cada animal, bem como a dieta sólida e líquida, e também sobre o comportamento e frequência alimentar. A lotação utilizada foi de cinco animais por cocho, de forma a garantir o consumo *ad libitum* dos mesmos. Estes permaneceram em confinamento total durante todo o período (Fases 1 e 2), com duração de 91 dias.

### **Cochos eletrônicos – Sistema Intergado**

Alimentadores Inteligentes desenvolvidos para gerar dados de consumo e comportamento alimentar dos animais de forma automática e individualizada, garantindo acurácia e confiabilidade. Estes equipamentos são dotados de comedouros apoiados sobre células de carga, possibilitando o registro automático da quantidade de alimento ofertado e sobras, bem como a mensuração da dinâmica de ingestão de alimento pelos animais.

Figura 1. Visão frontal do cocho AF 1000 MASTER GATE.



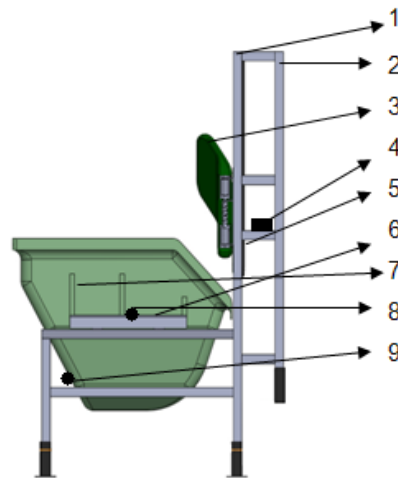
1) Porta de controle de acesso ao equipamento. Acesso programável a até 8 animais por cocho;

2) Estrutura ergonômica para o pescoço do animal e necessária, em conjunto com a Porta (1), para controlar acesso dos animais;

3) Trava da porta limitadora de acesso (1) e sensor magnético para reconhecimento do fechamento da porta de acesso;

4) Estrutura para permitir o acesso de apenas um animal no equipamento;

Figura 2. Visão lateral do cocho AF 1000 MASTER GATE.



- 1) Estrutura de sustentação do cocho em alumínio;
- 2) Estrutura para permitir o acesso de apenas um animal no equipamento;
- 3) Porta de controle de acesso ao equipamento. Acesso programável a até 8 animais por cocho;
- 4) Sensor de presença;
- 5) Antena leitora RFID para identificação do Botton auricular eletrônico;
- 6) Barras de pesagem do cocho;
- 7) Cocho - compartimento onde os alimentos estarão disponíveis aos animais;
- 8) Manípulo de travamento do cocho sobre as barras de pesagem;
- 9) Abertura para limpeza ou coleta de amostras.

### **Teste para definição dos níveis de CAR**

Realizado com a utilização dos cochos eletrônicos do sistema Intergado, e segundo as recomendações da Beef Improvement Federation (BIF, 2016). O teste teve duração de 70 dias. Os animais foram pesados em balança eletrônica True Test Modelo 3500, no início, metade e ao final do teste.

Durante todo o período do teste foram gerados dados de peso individual dos animais, através de uma balança acoplada ao bebedouro que realizava a medição no momento de consumo de água.

Dados de consumo alimentar eram gerados sempre que os animais entravam nos cochos. Estes foram corrigidos pelo teor de MS obtido semanalmente.

Todos os dados gerados foram utilizados para se obter a curva de crescimento de cada indivíduo.

O CAR foi calculado como a ingestão de matéria seca atual (IMS), menos a IMS para que se atendessem os requerimentos energéticos de manutenção e crescimento, de acordo com Kock (1963).

O consumo esperado foi obtido através do modelo de regressão:

$$\text{IMS predito} = \beta_0 + \beta_1 \text{GMD} + \beta_2 \text{PCMM}^{0,75} + \varepsilon_1$$

Onde:

IMS: Ingestão de matéria seca diária por animal

$\beta_0$ : Intercepto

$\beta_1$ : Coeficiente linear de regressão para ganho médio diário (GMD)

$\beta_2$ : Coeficiente linear de regressão para peso metabólico na metade do teste (PVMMT<sup>0,75</sup>)

$\varepsilon_1$ : Resíduo que expressa a medida da eficiência do CAR

Ainda, o CAR foi determinado pela diferença entre o CMS medido e o CMS esperado. Os animais foram classificados e separados dentro do grupo contemporâneo da seguinte forma:

Alto CAR: maior que 1 desvio padrão acima da média;

Médio CAR: dentro de +/- 1 desvio padrão;

Baixo CAR: maior que 1 desvio padrão abaixo da média.

### **Coleta de dados**

Sensores presentes nos equipamentos de cocho eletrônico foram responsáveis pelo registro dos dados, sendo estes: sensor de presença, barras de pesagem ou células de carga e antena leitora RFID. Ao acessar o cocho, o animal gera sua presença no equipamento, e então, eram registrados o número do animal (identificação), o horário em que o evento ocorreu, bem como o peso do alimento presente no cocho. Ao término da alimentação, o animal deixa de

gerar presença no equipamento, e, da mesma forma, geravam-se os registros das mesmas informações anteriores, sendo estas a base de todos os relatórios passíveis de serem acessados e extraídos do sistema Intergado.

### **Avaliação de composição corporal e de altura de garupa**

Através da utilização de ultrassonografia, foram avaliadas as características de composição corporal, como espessura de gordura subcutânea na costela (EGSUS), espessura de gordura subcutânea na picanha (EGPUS), área do músculo *longíssimus* (AOLUS). Estas foram conduzidas através de imagens geradas pelo equipamento de ultrassom Aloka SSD 500 V equipado com transdutor linear UST 5049 com frequência de 3,5 MHz. Utilizou-se óleo vegetal como acoplante acústico e guia acústica no sítio de coleta da AOLUS, com a finalidade de acompanhar a curvatura da região anatômica em que se realizou a coleta das imagens. As imagens geradas para obtenção da AOLUS foram obtidas medindo-se a área do músculo no local do espaço intercostal entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costela conforme descrito por Conroyet *al.* (2010a). Para obtenção da EGSUS, a medição realizou-se à  $\frac{3}{4}$  da linha média do músculo *longíssimus*. Já a medição de EGPUS realizava-se no ponto de intersecção entre os músculos *gluteus medius* e *bicipes femori*, no sítio anatômico paralelo aos ossos ílio e ísquio. Com auxílio de software UICS (CUP Lab<sup>®</sup>, LLC-USA) certificado, as imagens eram armazenadas e analisadas por profissional habilitado pelo Ultrasound Guidelines Council (UGC).

As imagens foram coletadas no início, metade e final do teste. Ainda, nestas mesmas datas, realizou-se a medição da altura da garupa (ALT), conforme protocolo da BIF (2018), para proceder a estimativa do frame dos animais.

### **Análise Estatística**

Utilizou-se o método de medidas repetidas no tempo para as variáveis Peso, AOL, EGS, EGP, com o rank de CAR constituindo os tratamentos. Foi utilizada matriz de correlação com estrutura autoregressiva de primeira ordem no modelo:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \rho_k (i) + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk}$$

Onde:

$y_{ijk}$  = observação no período  $j$  do  $k$ -ésimo animal dentro da  $i$ -ésima

$\mu$  = média geral;



$\alpha$  = efeito da i-ésima tratamento;

$\rho$  = efeito aleatório do k-ésimo animal dentro da i-ésima tratamento;

$\beta$  = é o efeito do j-ésimo tempo;

$\alpha\beta$  = é a interação entre a i-ésima tratamento e o j-ésimo período para todo i,j,k;

$e_{ijk}$  = erro experimental

A análise dos coeficientes de correlação de Pearson foi calculada através do PROC CORR (SAS 9.2) com nível de significância de 5%.

### 3. Resultados e Discussão

Os animais possuíam peso inicial médio de 240 Kg e GMD de 1,18 Kg durante o período experimental. A média do CAR foi de 0,00 Kg variando de -1,10 a 1,37 Kg, e o consumo dos animais variou de 4,67 a 9,34 Kg MS/dia, representando uma diferença de 4,67 Kg MS/dia no consumo individual entre os animais mais e menos eficientes. Animais classificados como alto CAR obtiveram consumo 2% maior quando comparados aos animais de baixo CAR. Quanto ao GMD, houve variação de 0,79 a 1,58 Kg.

O ranqueamento dos animais dentro de cada nível de CAR, bem como a classificação, distribuíram-se da seguinte forma, de acordo com a Figura 3. Considerando um desvio padrão de 0,4797.

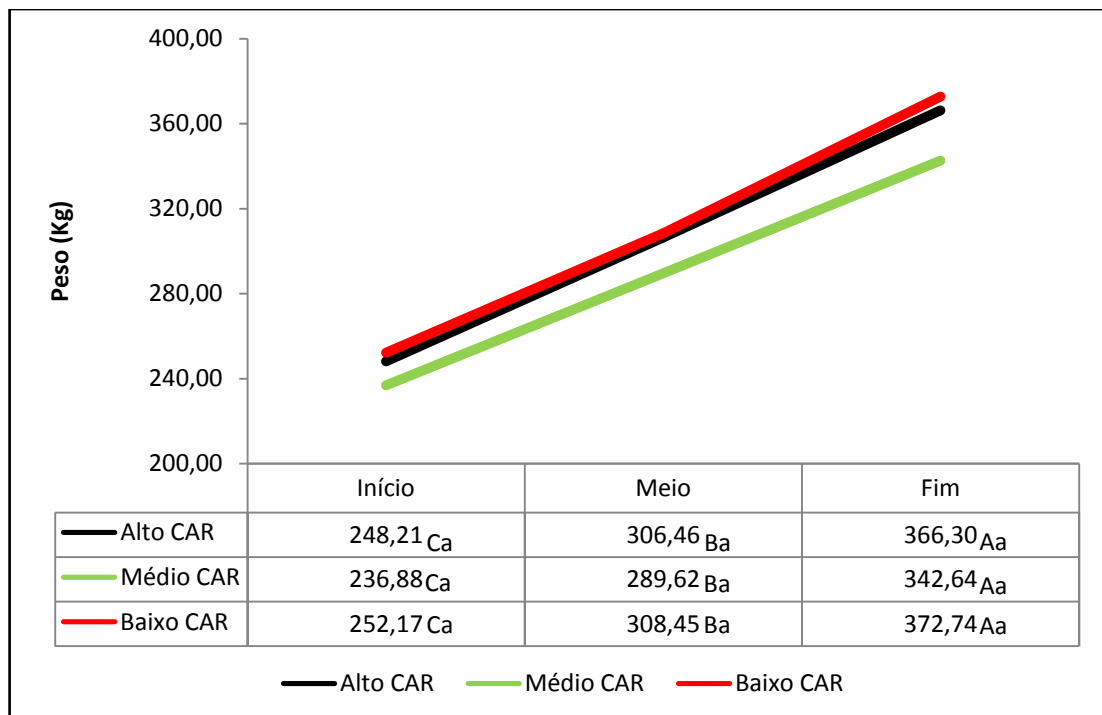
Figura 3. Ranqueamento e classificação dos animais dentro dos grupos de CAR.

Ranking	
Alto	>0,476
Médio	de -0,484 a 0,476
Baixo	< -0,484
Animais classificados	
Alto	12
Médio	42
Baixo	7

Animais de alto, médio e baixo CAR não diferiram quanto ao peso corporal dentro de cada avaliação, sendo estas realizadas no início, metade e final do período experimental, como representado na Figura 4.

Herd e Bishop (2000) destacaram a possibilidade de utilização do CAR como critério de seleção para eficiência alimentar, objetivando reduzir o CMS sem comprometer o ganho e sem aumentar o peso adulto dos animais. Ainda, avaliando-se animais da raça Angus, Arthur *et al.* (2001b) concluíram que a utilização do CAR deverá trazer efeitos mínimos nas características de crescimento, sendo mais indicada do que outras medidas de eficiência alimentar, como CA, por exemplo, porém, ainda que moderadas, faz-se importante ressaltar que estas correlações com efeito sob o crescimento foram favoráveis. Neste sentido, Schenkel, Miller e Wilton (2004), avaliando animais taurinos em crescimento, também destacam que as medidas de eficiência alimentar devem ser utilizadas como critério de seleção, desde que monitoradas as alterações no tamanho dos animais. Ainda, sugerem que seja feito o ajuste do CAR pela gordura subcutânea. De acordo com Gunsett (1984), a seleção para características definidas como razão ou proporção pode resultar em respostas imprevisíveis para a seleção ao longo do tempo, pelo fato de proporcionar pressão de seleção desigual na característica que possui maior variação genética.

Figura 4. Peso corporal dentro dos grupos alto, médio e baixo CAR, nos diferentes períodos de avaliação (início, meio e fim).



Objetivando aumentar a eficiência biológica e econômica da produção de carne bovina, as estratégias de seleção de gado necessitam se concentrar em melhorar a eficiência alimentar, sem comprometer o desempenho de vacas e progênes (Lawrence 2011), sendo assim, a melhoria do CAR tem o potencial de incrementar a eficiência alimentar sem aumentar o tamanho dos animais maduros (Herd e Bishop, 2000). Desse modo, fica claro que a utilização do CAR possui efeitos positivos sobre a eficiência alimentar do gado em crescimento e terminação, bem como a eficiência do rebanho de vacas.

Vários estudos relatam a existência de grande variação (coeficiente de variação – CV) fenotípica para o CAR, em que observou-se valores de consumo de -2,72 a 1,54 Kg/dia entre animais mais e menos eficientes (GOMES, 2009), reforçando, novamente, que o CAR pode ser utilizado como critério de seleção. As medidas de eficiência alimentar que envolvem o CMS, GMD e o  $PV^{0,75}$  apresentam estimativas de herdabilidade moderadas, mostrando valores de 0,08 (Jensen *et al.*, 1992), até 0,62 (Archer *et al.*, 1997).

Em outro estudo, foram acasaladas fêmeas e touros de baixo CAR, assim como fêmeas e touros de alto CAR, da raça Angus, durante cinco anos. Relatou-se que as progênes apresentaram peso corporal ao sobreano e GMD semelhantes. Entretanto, a progênie de pais de baixo CAR obteve CMS 11,3% menor quando comparada à progênie de pais de alto CAR, bem como melhor conversão alimentar (ARTHUR *et al.*, 2001). Neste mesmo sentido, RICHARDSON *et al.* (1998) observaram que filhos de touros de baixo CAR apresentaram menor CMS que os filhos de touros de alto CAR. Ainda, seu GMD foi semelhante, gerando, portanto, melhor conversão alimentar nos animais de baixo CAR. Concluindo-se que a seleção para baixo CAR aumenta a rentabilidade dos sistemas produtivos.

Em pesquisas utilizando pastagem de baixa qualidade, foi observado que a progênie de animais de baixo CAR obteve maior crescimento quando comparada aos de alto CAR (HERD *et al.*, 2004), sugerindo que os processos metabólicos sejam mais eficientes em animais de baixo CAR, e estes, portanto, atendem às exigências de manutenção com menor consumo de energia.

Herd e Arthur (2009) sugerem que as diferenças na digestão do alimento possam representar um fator contribuinte para a variação do CAR. Estudos mostram uma correlação negativa entre o CAR e a digestibilidade em novilhas com dieta forrageira (Krueger *et al.* 2009b), ainda, utilizando novilhos com dieta de concentrado, houve uma tendência de correlação negativa entre o CAR e a digestibilidade de MS (Nkrumah *et al.*, 2006), porém,

Fitzsimons (2014) relata que touros de alto CAR apresentaram digestibilidade similar aos touros de baixo CAR. Da mesma forma, Gomes *et al.* (2013) não relataram efeito do CAR na digestibilidade de novilhos. Coletivamente, estes resultados sugerem que a digestão não é um dos principais contribuintes para a variação do CAR. Porém, poucos estudos relatam a relação entre a digestibilidade e o CAR em bovinos (Basarabet *al.*, 2013), fazendo-se necessárias mais pesquisas sobre a mesma.

A atividade alimentar, caracterizada pela frequência de alimentação, representou apenas 3 a 4% da variação adicional no CMS para o CAR, quando já contabilizados o GMD, PC metabólico e gordura corporal (Basarabet *al.*, 2011; Durunnaet *al.*, 2012). Ainda, uma série de características foram usadas para quantificar a variação e seu aumento no consumo alimentar, elucidado pelo tempo de alimentação e número de sessões alimentares, o que é explicado pelo GMD, PC e gordura corporal estimada por ultrassonografia (Robinson e Oddy, 2004). Da mesma forma, Koch *et al.* (1963) propuseram o ganho de peso residual (GPR) como uma medida de variação na eficiência alimentar para animais em crescimento. Quando utilizado o consumo médio de ração e o GMD para o cálculo da variação do CAR, obteve-se resultados de CV de 4 a 8% (Crowleyet *al.*, 2010). Desse modo, é possível concluir que existe uma considerável variação fenotípica para o CAR.

A obtenção de maior eficiência produtiva através da seleção genética pode ser alcançada através de um objetivo de criação equilibrado, em que são selecionadas todas as características que possuem influencia sob a lucratividade dos sistemas, ao invés de selecionar características individuais (Berry 2013).

### 3.1 Correlação CAR

Tabela 2. Correlação entre o CAR e as características de CMS, consumo de água, peso inicial, peso na metade e peso final, avaliações de AOL, EGS e EGP e idade inicial e final, com nível de significância de 5%.

	CAR	FRAME	CMS	AGUA	PESOI	PESOM	PESOF
FRAME	0.05968 0.6478						
CMS	<b>0.46275</b> <b>0.0002</b>	<b>0.47340</b> <b>0.0001</b>					
AGUA	0.27916 0.1352	0.10577 0.5780	<b>0.58086</b> <b>0.0008</b>				
PESOI	-0.01008 0.9386	<b>0.42113</b> <b>0.0007</b>	<b>0.78794</b> <b>&lt;.0001</b>	<b>0.43033</b> <b>0.0176</b>			
PESOM	0.02572 0.8440	<b>0.47376</b> <b>0.0001</b>	<b>0.86619</b> <b>&lt;.0001</b>	<b>0.46826</b> <b>0.0091</b>	<b>0.97406</b> <b>&lt;.0001</b>		
PESOF	-0.00406 0.9753	<b>0.48718</b> <b>&lt;.0001</b>	<b>0.87501</b> <b>&lt;.0001</b>	<b>0.47670</b> <b>0.0077</b>	<b>0.94894</b> <b>&lt;.0001</b>	<b>0.98748</b> <b>&lt;.0001</b>	
AOL1	-0.12564 0.3346	0.21004 0.1042	<b>0.35445</b> <b>0.0051</b>	0.23992 0.2016	<b>0.63797</b> <b>&lt;.0001</b>	<b>0.56799</b> <b>&lt;.0001</b>	<b>0.52741</b> <b>&lt;.0001</b>
AOL2	-0.05411 0.6814	<b>0.25514</b> <b>0.0491</b>	<b>0.48718</b> <b>&lt;.0001</b>	0.10418 0.5907	<b>0.58856</b> <b>&lt;.0001</b>	<b>0.59243</b> <b>&lt;.0001</b>	<b>0.59231</b> <b>&lt;.0001</b>
AOL3	-0.11668 0.3746	<b>0.26502</b> <b>0.0407</b>	<b>0.42190</b> <b>0.0008</b>	0.10392 0.5916	<b>0.55701</b> <b>&lt;.0001</b>	<b>0.55005</b> <b>&lt;.0001</b>	<b>0.55290</b> <b>&lt;.0001</b>
EGS1	-0.04355 0.7389	-0.04343 0.7397	-0.00386 0.9765	<b>-0.45352</b> <b>0.0118</b>	0.16202 0.2122	0.11319 0.3851	0.06156 0.6374
EGS2	-0.05115 0.6979	-0.06184 0.6388	0.21225 0.1035	-0.03642 0.8512	<b>0.29182</b> <b>0.0237</b>	<b>0.28528</b> <b>0.0271</b>	<b>0.27983</b> <b>0.0304</b>
EGS3	-0.09292 0.4801	0.04159 0.7524	<b>0.38374</b> <b>0.0025</b>	0.22091 0.2495	<b>0.59346</b> <b>&lt;.0001</b>	<b>0.54799</b> <b>&lt;.0001</b>	<b>0.53263</b> <b>&lt;.0001</b>
EGP1	-0.01772 0.8922	0.09326 0.4747	0.17266 0.1833	-0.00159 0.9933	<b>0.41111</b> <b>0.0010</b>	<b>0.31579</b> <b>0.0132</b>	<b>0.27372</b> <b>0.0328</b>
EGP2	-0.00243 0.9853	0.22617 0.0823	<b>0.33175</b> <b>0.0096</b>	-0.11611 0.5486	<b>0.39070</b> <b>0.0020</b>	<b>0.39413</b> <b>0.0018</b>	<b>0.38928</b> <b>0.0021</b>
EGP3	0.11687 0.3739	0.19065 0.1445	<b>0.50977</b> <b>&lt;.0001</b>	0.28346 0.1362	<b>0.57040</b> <b>&lt;.0001</b>	<b>0.5599</b> <b>&lt;.0001</b>	<b>0.54596</b> <b>&lt;.0001</b>
IDADEI	0.09723 0.4560	0.20643 0.1105	<b>0.70000</b> <b>&lt;.0001</b>	<b>0.39632</b> <b>0.0301</b>	<b>0.71558</b> <b>&lt;.0001</b>	<b>0.73687</b> <b>&lt;.0001</b>	<b>0.75432</b> <b>&lt;.0001</b>
IDADEF	0.09753 0.4546	0.20674 0.1099	<b>0.70026</b> <b>&lt;.0001</b>	<b>0.39717</b> <b>0.0298</b>	<b>0.71603</b> <b>&lt;.0001</b>	<b>0.73716</b> <b>&lt;.0001</b>	<b>0.75457</b> <b>&lt;.0001</b>

Como podemos observar na tabela 2, sobre as correlações, CAR mostrou correlação positiva de 0.46 com o consumo de matéria seca, sendo a única característica com correlação significativa (0.0002), as demais características não mostraram nível de significância para correlação com CAR.

O frame também mostrou correlação positiva significativa com o consumo de matéria seca, além das características de peso corporal na três oportunidades de mensuração e também nas duas últimas avaliações para área de olho de lombo.

O consumo de matéria seca mostrou correlação positiva e significativa com o consumo de água, com peso inicial, médio e final, com área de olho de lombo nas três mensurações, com espessura de gordura subcutânea na terceira avaliação, com gordura na picanha nas duas últimas avaliações e também com a idade inicial e final. Ou seja, conforme o aumento da idade fisiológica concomitantemente o consumo de matéria seca aumentou.

Consumo de água apresentou correlação positiva e significativa com o peso, nas três vezes que foi medido. Correlação negativa e significativa com espessura de gordura subcutânea na primeira avaliação, quanto mais magro maior o consumo de água. Também houve correlação positiva e significativa do consumo de água com a idade dos animais.

Quanto ao peso corporal, as três medidas não apresentaram correlação significativa apenas com a gordura subcutânea 1 (1ª avaliação). Entretanto, as características peso inicial, peso médio e peso final se correlacionaram positivamente com todas as outras características avaliadas. Mostrando a importância de obter a estimativa do valor dessa característica.

### 3.2 Medidas de composição corporal com relação ao CAR

Na primeira avaliação obteve-se as seguintes médias, de acordo com a tabela 3.

Tabela 3. Médias das características fenotípicas na primeira avaliação.

	CAR alto	CAR médio	CAR baixo
AOL (cm <sup>2</sup> )	44,7	41,0	47,8
EGS (mm)	6,0	6,0	6,2
EGP (mm)	8,9	8,4	9,9
Peso (kg)	248,2	236,9	252,2

Na segunda avaliação obteve-se as seguintes médias, de acordo com a tabela 4.

Tabela 4. Médias das características fenotípicas na segunda avaliação.

	CAR alto	CAR médio	CAR baixo
AOL (cm <sup>2</sup> )	81,4	62,8	85,5
EGS (mm)	10,2	8,8	11,7
EGP (mm)	14,3	14,0	15,5
Peso (kg)	306,5	289,6	308,5

Na terceira avaliação obteve-se as seguintes médias, de acordo com a tabela 5.

Tabela 5. Médias das características fenotípicas na terceira avaliação.

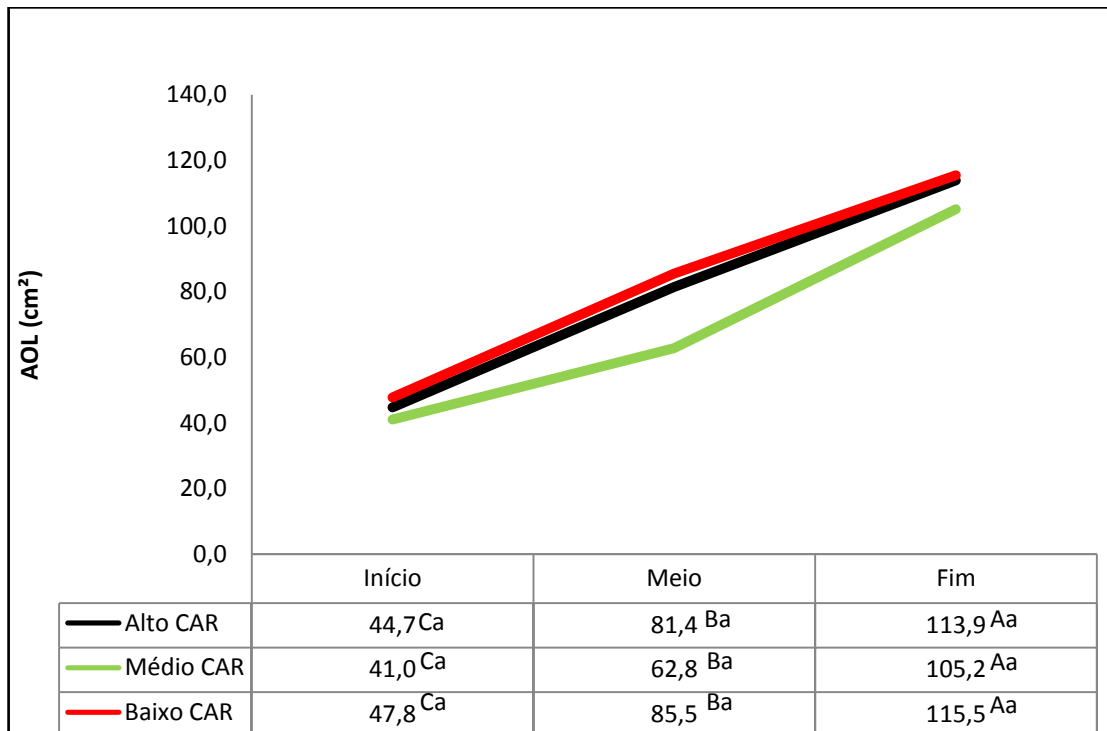
	CAR alto	CAR médio	CAR baixo
AOL (cm <sup>2</sup> )	113,9	105,2	115,5
EGS (mm)	12,2	12,1	14,1
EGP (mm)	18,6	16,6	17,9
Peso (kg)	366,3	342,6	372,7

Recomenda-se que sejam incluídas as medidas de composição corporal, realizadas por ultrassonografia de carcaça, nos testes de eficiência alimentar, considerando que estas sejam variáveis regressoras (Tabela 2) do CAR (Baker *et al.*, 2006; Basarabet *et al.*, 2011).

Na primeira avaliação (Tabela 3) obteve-se média de 44,73 cm<sup>2</sup> de AOL para animais classificados como alto CAR, 40,99 cm<sup>2</sup> para animais de CAR médio e 47,78 cm<sup>2</sup> nos animais de baixo CAR. Não apresentando diferença significativa para a característica AOL dentro dos três diferentes grupos de CAR. Na segunda avaliação (Tabela 4) a média para AOL dos animais de alto CAR foi 81,4 cm<sup>2</sup>, 62,8 cm<sup>2</sup> para os animais de médio CAR e 85,49 cm<sup>2</sup> nos animais de baixo CAR. De igual forma à primeira avaliação, não obteve-se diferença significativa para AOL nos diferentes grupos de CAR. Na terceira e última avaliação (Tabela 5) ocorreu o mesmo, não houve diferença significativa entre os grupos de CAR para AOL. As médias dos grupos alto, médio e baixo CAR, foram, respectivamente: 113,9 cm<sup>2</sup>, 105,18 cm<sup>2</sup> e 115,49 cm<sup>2</sup> (Figura 5).

Dentro de cada grupo de CAR houve diferença significativa nas medidas de AOL em cada avaliação. Isso se explica pela fase fisiológica dos animais durante o teste, curva de crescimento em ascendência.

Figura 5. Medidas de Área de olho de lombo (AOL) dentro dos grupos alto, médio e baixo CAR, nos diferentes períodos de avaliação (início, meio e fim).



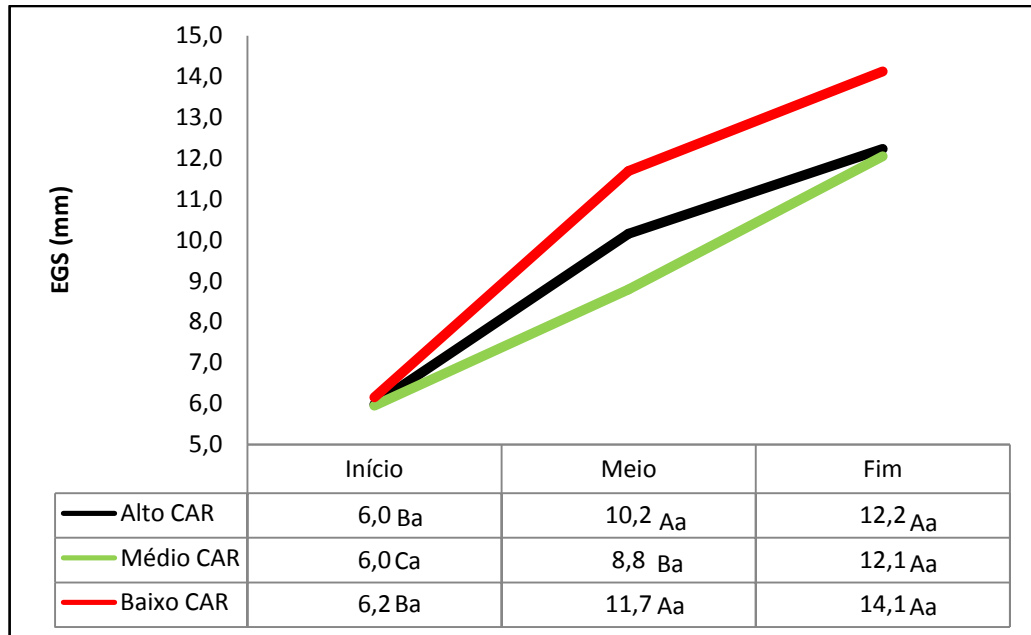
Em relação a EGS, a média do grupo de alto CAR na primeira avaliação (Tabela 3) foi de 5,98 mm, médio CAR 5,95 mm e baixo CAR 6,15 mm. Quanto à segunda avaliação (Tabela 4), as médias de EGS foram de 10,15 mm para animais de alto CAR, 8,79 mm para animais de médio CAR e 11,69 para animais de baixo CAR. Referindo-se a última avaliação (Tabela 5) obteve-se média de 12,23 mm de EGS para animais de alto CAR, 12,05 mm para o grupo de médio CAR e 14,12 mm no grupo de baixo CAR (Figura 6).

Não houve diferença significativa para EGS entre os grupos de CAR em nenhuma das três avaliações. Já dentro de cada grupo, houve diferença significativa na primeira avaliação em relação à segunda e terceira avaliações para os grupos de alto e baixo CAR. Enquanto o grupo de médio CAR apresentou diferença entre as três avaliações.

De acordo com 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.



Figura 6. Medidas de Espessura de Gordura Subcutânea (EGS) dentro dos grupos alto, médio e baixo CAR, nos diferentes períodos de avaliação (início, meio e fim).



Por fim, a característica de EGP, obteve as seguintes médias para os grupos de alto, médio e baixo CAR na primeira avaliação (Tabela3), respectivamente: 8,88 mm, 8,42 mm e 9,94 mm. Na segunda avaliação (Tabela 4) a média de EGP foi 14,3 mm para animais de alto CAR, 13,99 mm para animais de médio CAR e 15,51 mm para o grupo de baixo CAR. Quanto a terceira avaliação (Tabela 5), 18,55 mm foi a média de EGP para o grupo de alto CAR, 16,61 mm para o grupo de médio CAR e para o grupo de baixo CAR a média foi de 17,94 mm (Figura 7).

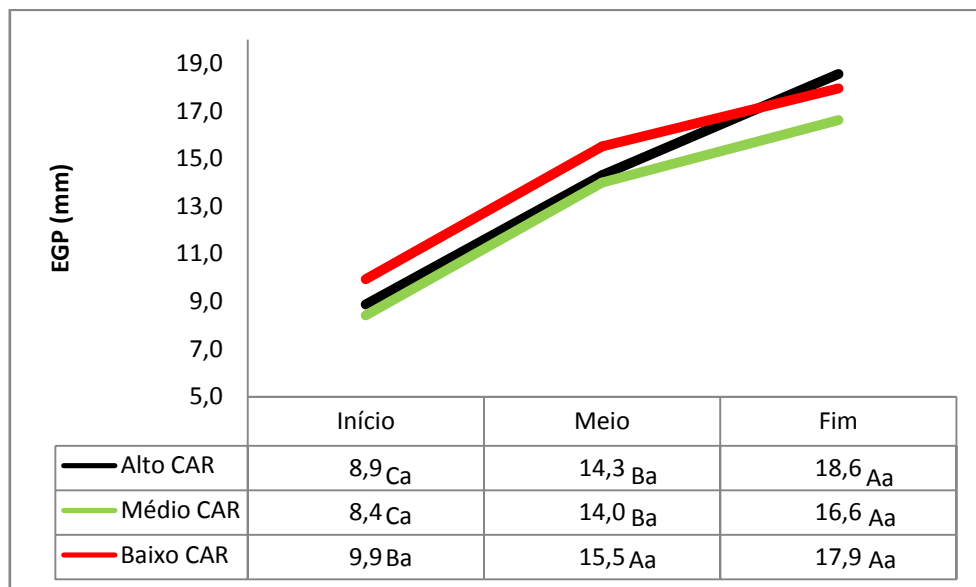
Não houve diferença significativa para EGP entre os grupos de CAR em nenhuma das três avaliações. Dentro de cada grupo houve diferença significativa entre as três avaliações nos grupos de alto e médio CAR, enquanto o grupo de baixo CAR diferiu apenas na primeira avaliação em relação à segunda e terceira avaliações.

No presente estudo, o CAR não possuiu efeito significativo sobre a composição corporal (AOL, EGS e EGP). Esses achados estão de acordo com os de Montanholiet *al.* (2009), em que não foram encontradas diferenças nas características de carcaça entre touros de baixo, médio e alto CAR.

RICHARDSON e HERD (2004) relataram que a composição corporal representou 5% da variação do CAR para bovinos taurinos. A inclusão da profundidade de gordura medida

por ultrassonografia, no modelo de regressão múltipla para o CAR, em conjunto com o GMD e o PN metabólico representa um acréscimo de 0 a 7% da variação do CAR (Basarabet *al.*, 2003). Fracas correlações fenotípicas entre diferentes medidas de gordura corporal e CAR são evidenciadas em outros estudos (Robinson e Oddy, 2004; Bouquetet *al.*, 2010; Crowley *al.*, 2011b).

Figura 7. Medidas de Espessura de Gordura na Picanha (EGP) dentro dos grupos alto, médio e baixo CAR, nos diferentes períodos de avaliação (início, meio e fim).



Ainda a variância fenotípica no consumo de alimento aumentou de 32% apenas com GMD e PC, para 45% quando incluiu-se a gordura corporal no modelo de regressão múltipla, em animais da raça Wagyu, sendo estes geneticamente selecionados para marmorização (Hoqueet *al.*, 2006). Inoue *et al.* (2011) relataram uma correlação genética positiva entre o escore de marmoreio de carne bovina e o CAR. Do mesmo modo, outros estudos relatam uma correlação genética positiva entre o CAR e a profundidade de gordura subcutânea e a gordura intramuscular, medidas por ultrassonografia Robinson e Oddy (2004). Neste mesmo estudo, estimou-se a covariância genética entre as características de composição corporal e o CAR, utilizando a idade ou o peso da carcaça como variáveis, e as correlações não mudaram consideravelmente, o que indica que a seleção para redução do CAR, apenas, poderá diminuir substancialmente a gordura subcutânea e intramuscular dos animais.

Ainda, comparando-se raças de maturação precoce, como Angus e Hereford, com raças de maturação tardia, tais como Charolês e Limousin, com manejo e idade similar,

relatou-se CAR mais baixo nas raças precoces Crowley *et al.* (2010). Resultados semelhantes foram encontrados utilizando touros, em um estudo conduzido por Schenke *et al.* (2004).

A inclusão de características e composição corporal, medidas por ultrassom (EGSUS e EGPUS) nas equações de regressão para as classificações do CAR pode prevenir efeitos negativos a longo prazo (Basarab *et al.*, 2003).

Nesse sentido, devem-se considerar as diferenças na composição do crescimento nos cálculos do CAR, e isso pode ser alcançado através do uso de medidas ultrassonográficas de gordura corporal.

Por fim três figuras ilustram a relação do peso com as características de carcaça. Três curvas em ascendência, peso e características de carcaça em aumento, pela fase de crescimento dos animais. Porém, pode-se observar que o animal mais pesado não possui a maior área de olho de lombo e nem as maiores medidas de gordura, ou seja, o peso não diz tudo sobre o desempenho animal.

Figura 8. Relação do peso com a AOL.

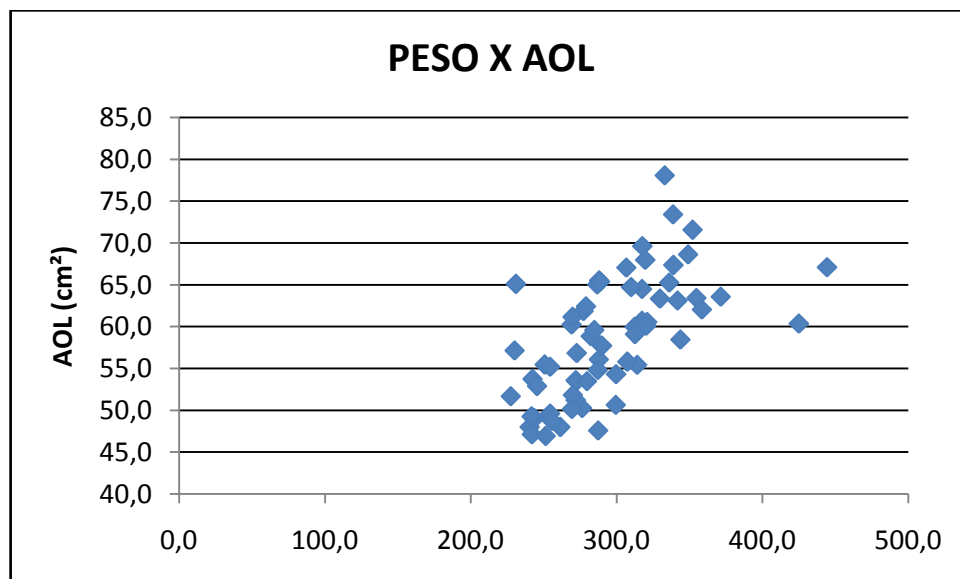


Figura 9. Relação do peso com EGS.

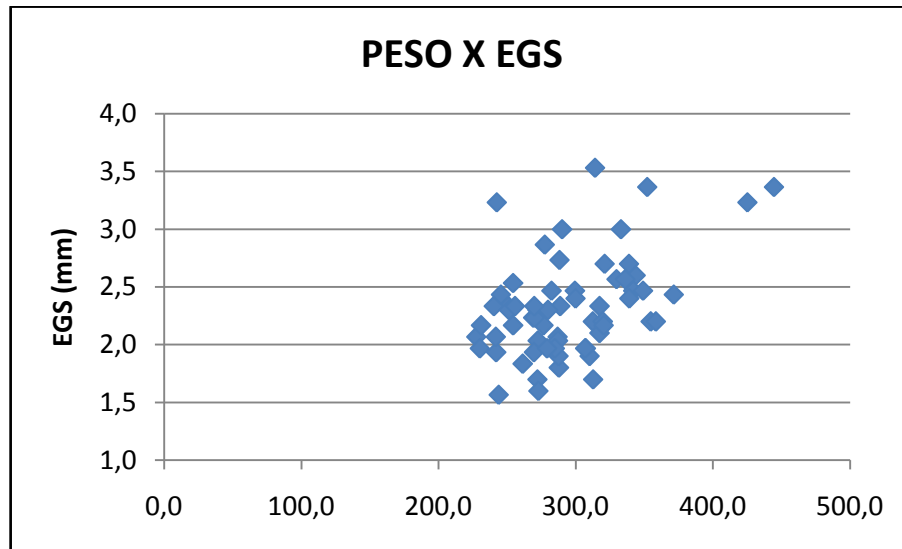
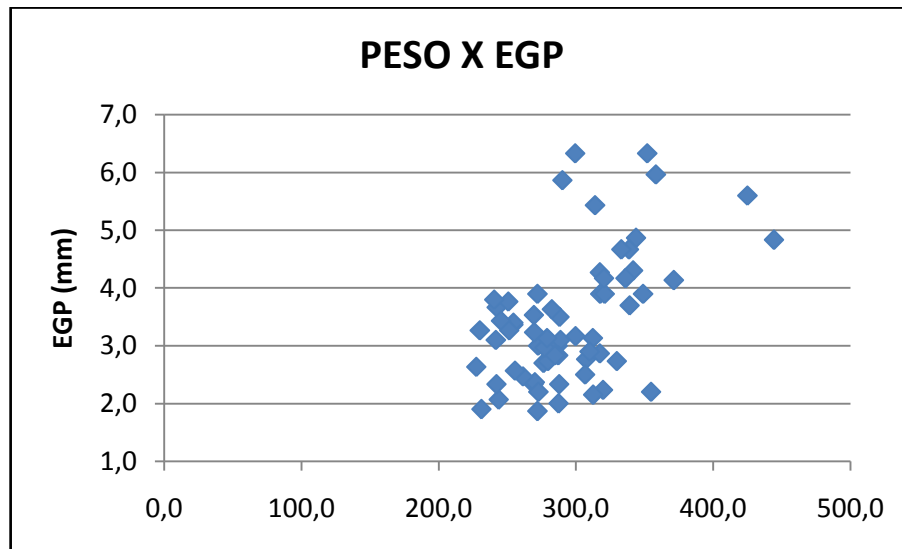


Figura 10. Relação do peso com EGP.



### 3.3 Custos

Sabendo-se da diferença entre o CMS diário entre os grupos de alto, médio e baixo CAR, o custo diário dos animais de alto CAR foi de R\$ 9,22 por dia, enquanto que o custo diário dos animais de baixo CAR foi de R\$ 7,75. Desse modo, a diferença de custo de

alimentação entre os animais de alto e baixo CAR foi de R\$ 1,47 por dia, correspondendo a uma diferença de custo de R\$ 103,00 durante o período experimental.

Estudos prévios, em que realizou-se uma análise econômica em um sistema de produção de carne, obtiveram resultados mostrando que animais com baixo CAR representavam uma economia de € 51 por animal anualmente com relação ao custo de alimentação Lawrence *et al.* (2013). Nesse contexto, evidencia-se a relevância de incorporar a seleção para eficiência alimentar, buscando-se, entre outros, benefícios econômicos aos sistemas produtivos.

#### 4. Conclusão

Os resultados obtidos no presente estudo evidenciam: o CAR é uma medida fenotipicamente independente do peso em bovinos de corte, podendo ser utilizado como uma ferramenta objetivando selecionar animais mais eficientes com relação à alimentação. O CAR mostrou não ter efeito sobre características economicamente relevantes, como a composição de carcaça, sugerindo ser uma medida de eficiência alimentar com grande potencial para a produção de carne bovina. Sendo assim, os produtores podem aumentar a lucratividade do sistema produtivo, reduzindo os custos com insumos relacionados à nutrição dos animais, tendo em vista que estes representam uma grande parcela dos investimentos voltados à produção pecuária.

#### 5. Referências Bibliográficas

ABIEC, Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Perfil **da Pecuária do Brasil – Relatório Anual 2016**. Disponível em: [www.abiec.com.br](http://www.abiec.com.br)

ABIEC, Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Perfil **da Pecuária do Brasil – Relatório Anual 2017**. Disponível em: [www.abiec.com.br](http://www.abiec.com.br)

ABIEC, Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Perfil **da Pecuária do Brasil – Relatório Anual 2018**. Disponível em: [www.abiec.com.br](http://www.abiec.com.br)

ARCHER, J.A.; ARTHUR, P.F.; HERD, R.M.; PARNELL, P.F.; PITCHFORD, W.S. Optimum postweaning test for measurement of growth rate, feed intake, and feed efficiency in British breed cattle. **Journal of Animal Science**. v. 75, p. 2024-2032, 1997.

ARTHUR, P.F., RENAND, G. & KRAUSS, D. Genetic and phenotypic relationships among different measures of growth and feed efficiency in young Charolais bulls. *Livest. Prod. Sci.* 68, 131-139, 2001.

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

BASARAB, J.A. et al. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. *Canadian J. Anim. Sci.* v.83, p. 189-204, 2003.

BASARAB, J. A. et al. Residual feed intake adjusted for backfat thickness and feeding frequency is independent of fertility in beef heifers. *Can. J. Anim. Sci.* v.91, p. 573-584, 2011.

BIF. Guidelines for Uniform Beef Improvement Programs, 9th ed revised. Disponível em: <http://beefimprovement.org/library-2/bif-guidelines>. Acesso: 6 de outubro de 2018.

Bouquet, A., M.-N. Fouilloux, G. Renand, and F. Phocas. Genetic parameters for growth, muscularity, feed efficiency and carcass traits of young beef bulls. *Livest. Sci.* 129:38–48, 2010.

CREWS, D. H., Jr. Genetics of efficient feed utilization and national cattle evaluation: a review. *Genet.Mol. Res.* v. 4, p.152-165.2005.

Crowley, J. J., M. McGee, D. A. Kenny, D. H. Crews Jr., R. D. Evans, and D. P. Berry. Phenotypic and genetic parameters for different measures of feed efficiency in different breeds of Irish performance tested beef bulls. *J. Anim. Sci.* 88:885–894, 2010.

Crowley, J. J., R. D. Evans, N. Mc Hugh, T. Pabiou, D. A. Kenny, M. McGee, D. H. Crews Jr., and D. P. Berry. Genetic associations between feed efficiency measured in a performance test station and performance of growing cattle in commercial beef herds. *J. Anim. Sci.* 89:3382–3393, 2011.

DHUYVETTER, J. Beefcattle frame scores. **North Dakota State University**, 1995

Durunna, O. N., M. G. Colazo, D. J. Ambrose, D. McCartney, V. S. Baron, and J. A. Basarab. Evidence of residual feed intake ranking in crossbred replacement heifers. **J. Anim. Sci.** 90:734–741, 2012.

GIBB, D.J. and MCALLISTER, T.A.. The impact of feed intake and feeding behaviour of cattle on feedlot and feedbunk management. D. Korver and J Morrison (ed). Proc. 20th **Western Nutr. Conf.** p. 101 -116, 1999.

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

GUNSETT, F.C. Linear index selection to improve traits defined as ratio. **Journal of Animal Science.** v. 59, p. 1185-1193, 1984.

Herd, R. M., and S. C. Bishop. Genetic variation in residual feed intake and its association with other production traits in British Hereford cattle. **Livest. Prod. Sci.** 63:111–119, 2000.

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

Hoque, M. A., P. F. Arthur, K. Hiramoto, and T. Oikawa. Genetic relationship between different measures of feed efficiency and its component traits in Japanese Black (Wagyu) bulls. **Livest. Sci.** 99:111–118, 2006.

Inoue, K., M. Kobayashi, N. Shoji, and K. Kato. Genetic parameters for fatty acid composition and feed efficiency traits in Japanese Black cattle. **Animal** 5:987–994, 2011.

JENSEN, J.; MAO, I.L.; ANDERSEN, B.B.; MADSEN, P. 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.

KOCH, R. M., L. A. SWIGER, D. CHAMBERS, AND K. E. GREGORY. Efficiency of feed use in beef cattle. **J. Anim. Sci.** v. 22 p.486-494, 1963.

LANCASTER, P. A. et al. Phenotypic and genetic relationships of residual feed intake with performance and ultrasound carcass traits in Brangus heifers. **J. Anim. Sci.** v. 87, p. 3887-3896. doi:10.2527/jas.2009-2041, 2009b.

LIMA, L. L. N., PEREIRA, G. I., RIBEIRO, S. J. Consumo Alimentar Residual Como Critério De Seleção Para Eficiência Alimentar [Residual feed intake as a criteria for feed efficiency selection] **Acta Veterinaria Brasilica**, v.7, n.4, p.255-260, 2013.

MACNEIL, M. D., N. LOPEZ-VILLALOBOS, AND S. L. NORTH CUTT. A prototype national cattle evaluation for feed intake and efficiency of Angus cattle. **J. Anim. Sci.** v. 89, p. 3917-3923, 2011.

MADDOCK, T.D., D. D. HENRY, AND G. C. LAMB. The Economic Impact of Feed Efficiency in Beef Cattle. AN217. Gainesville: University of Florida **Institute of Food and Agricultural Sciences**. 2015.

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.

Montanholi, Y. R., K. C. Swanson, F. S. Schenkel, B. W. McBride, T. R. Caldwell, and S. P. Miller. On the determination of residual feed intake and associations of infrared thermography with efficiency and ultrasound traits in beef bulls. **Livest. Sci.** 125:22-30, 2009.

NIELSEN, M. K. et al. Review: Life-cycle, total industry genetic improvement of feed efficiency in beef cattle: Blueprint for Beef Improvement Federation. **Prof. Anim.**



**Sci.**v. 29,p. 559-565. 2013.

Nkrumah, J. D., E. K. Okine, G. W. Mathison, K. Schmid, C. Li, J. A. Basarab, M. A. Price, Z. Wang, and S. S. Moore. Relationships of feedlot feed efficiency, performance, and feeding behavior with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 84:145–153, 2006.

RICHARDSON, E.C.; HERD, R.M.; ARCHER, J.A.; WOODGATE, R.T.; ARTHUR, P.F. Steers bred for improved net feed efficiency eat less for the same feedlot performance. **Animal Production in Australia**, v.22, p.213–216, 1998.

RICHARDSON, E.C.; HERD, R.M.; ARCHER, J.A.; ARTHUR, P.F. Metabolic differences in Angus steers divergently selected for residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v.44, p.441-452, 2004.

Robinson, D. L., and V. H. Oddy. Genetic parameters for feed efficiency, fatness, muscle area and feeding behaviour of feedlot finished beef cattle. *Livest. Prod. Sci.* 90:255–270, 2004.

SCHENKEL, F. S. S. P. MILLER, AND J. W. WILTON. Genetic parameters and breed differences for feed efficiency, growth, and body composition traits of young beef bulls. **Can. J. Anim. Sci.** v. 84,p. 177-185, 2004.

TAROUÇO, J.U.; LOBATO, J.F.P.; TAROUÇO, A.K. et al. Relação entre medidas ultrassônicas e espessura de gordura subcutânea ou área de olho de lombo na carcaça de bovinos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p.2074-2084, 2005.

USDA – **United States Department of Agriculture**. Disponível em: <http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1488>, Acesso em: 11/09/2013.