

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA  
DE NOVILHAS BRANGUS**

Lúcio Franciosi Carvalho  
Médico Veterinário/UFRGS

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do grau de Mestre em  
Zootecnia  
Área de concentração Produção Animal

Porto Alegre (RS) Brasil

Março, 2019.

CIP - Catalogação na Publicação

CARVALHO, LUCIO FRANCIOSI  
CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL E CARACTERÍSTICAS DE  
CARCAÇA DE NOVILHAS BRANGUS. / LUCIO FRANCIOSI  
CARVALHO. -- 2019.  
64 f.  
Orientador: JOSE FERNANDO PIVA LOBATO.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL. 2. EFICIÊNCIA  
ALIMENTAR. 3. NOVILHAS. 4. REPOSIÇÃO. I. LOBATO, JOSE  
FERNANDO PIVA, orient. II. Título.

Lúcio Franciosi Carvalho  
Zootecnista

## DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de

### MESTRE EM ZOOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovada em: 29/03/2019  
Pela Banca Examinadora



JOSÉ FERNANDO PIVA LOBATO  
PPG Zootecnia/UFRGS  
Orientadora

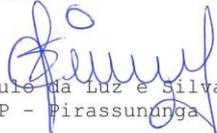
Homologado em: 03/07/19  
Por



DANILO PEDRO STREIT JR.  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia



Alexandre de Mello Kessler  
UFRGS



Saulo da Luz e Silva  
USP - Pirassununga



Marcos Yokoo  
Embrapa



CARLOS ALBERTO BISSANI  
Diretor da Faculdade de Agronomia

## **AGRADECIMENTOS**

Início agradecendo a Deus, pelo dom da vida e por eu ter saúde e vontade de evoluir.

Em seguida, aos orientadores Jaime Urdapilleta Tarouco e José Fernando Piva Lobato, estes, já na condição de humanos, mas com a divina tarefa de orientar academicamente profissionais em formação.

Citando a Bíblia, em Coríntios 13,1: “Ainda que eu falasse as línguas dos homens e dos anjos, e não tivesse amor, seria como o metal que soa ou como o sino que tine.”

Agradeço, portanto, aos meus pais, Suzana e Luiz Alberto, e meus irmãos, Márcio e Fábio, que são a essência, o alicerce de caráter que carrego e, a partir do qual, busco construir minha evolução. Tendo como base de tudo um amor incondicional.

À minha amada companheira Micheline. Nosso amor me faz querer ir além.

Aos meus enteados, Manuela e João Pedro, por me contaminarem diariamente com sua alegria! E por permitirem o surgimento desta nova, diferente, única, espontânea e despreziosa forma de amor.

Agradeço também aos funcionários da Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, alunos de graduação vinculados ao grupo de pesquisa, colega de mestrado Carolina Silveira e doutorandos Fernanda Feijó e João Luiz Costa por sua grande e estimada colaboração com este trabalho.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de cursar o mestrado, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

# CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA DE NOVILHAS BRANGUS<sup>1</sup>

AUTOR: LÚCIO FRANCIOSI CARVALHO

ORIENTADOR: JOSÉ FERNANDO PIVA LOBATO

## RESUMO

A alimentação é o principal custo de produção em bovinos de corte. O rebanho de cria demanda 65% de toda a energia alimentar consumida em sistemas de produção de gado de corte. Aumentar a eficiência de utilização do alimento para produção de bezerros ou carne deve ser busca constante. A característica consumo alimentar residual (CAR) vem ganhando importância na seleção de novilhas de reposição pois ajuda a selecionar animais mais eficientes sem carregar o aumento do tamanho adulto destas fêmeas. Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de relacionar o CAR e outras medidas de eficiência alimentar com características de desempenho e, principalmente, de composição corporal. Para isso, foi realizado um teste de consumo alimentar, com duração de 70 dias e 21 dias de adaptação, e medidas de ultrassonografia de carcaça em 60 novilhas brangus para geração dos dados. Os animais foram classificados em baixo, médio e alto CAR com base no desvio padrão da característica. Foram estudadas 4 equações de regressão linear para cálculo do CAR, CAR<sub>regs</sub> (com inclusão da EGC<sub>f</sub> no modelo), CAR<sub>regsII</sub> (com inclusão da EGP<sub>f</sub> no modelo) e CAR<sub>regsIII</sub> (com inclusão da soma da EGC<sub>f</sub> e EGP<sub>f</sub> no modelo). Não houve diferença entre as classificações de CAR, CAR<sub>regs</sub>, CAR<sub>regsII</sub> e CAR<sub>regsIII</sub> e as medidas de composição corporal final (espessura de gordura subcutânea na costela e na picanha, gordura intramuscular e área de olho de lombo). A medida de gordura que mais se relacionou com o CAR foi a EGC<sub>f</sub> (0,24) e sua inclusão no modelo gerou a equação com o maior R<sup>2</sup> (0,25). A classificação de CAR não alterou a composição corporal das novilhas, porém a pequena correlação com EGC<sub>f</sub> e o aumento do coeficiente de determinação justificam a inclusão de EGC<sub>f</sub> no modelo para cálculo do CAR.

**Palavras-chave:** CAR, Eficiência alimentar, Novilhas, Reposição

---

<sup>1</sup>Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (85 p.), Março de 2019.

# RESIDUAL FEED INTAKE AND CARCASS TRAITS IN BRANGUS HEIFERS<sup>1</sup>

AUTOR: LÚCIO FRANCIOSI CARVALHO

ORIENTADOR: JOSÉ FERNANDO PIVA LOBATO

## ABSTRACT

Feeding animals is the major cost in cattle herds. Cow/calf demands 65% of the total feed energy apoted in cattle systems. Improve feed efficiency to produce calves and meat with lower costs has been a constant aim. Residual feed intake (RFI) has been described as an important efficiency trait to select heifers because helps to identify more efficient individuals without carrying heavier mature size. The objective of this studie was the relationship between RFI - and other measures of feed efficiency - and body composition and production traits. The traits were observed in a feed intake test and sequential mesures of body composition with ultrasound equipment in 60 Brangus heifers. The feed intake test spend 70 days with previous 21 days of adaption period. The heifers were classified in low, medium and high RFI based on it`s standard deviation. Four regression equation were studied to estimate RFI, RFlegs (including EGCf in the model), RFlegsII (including EGPf in the model) and RFlegsIII (including EGCf + EGPf in the model). There were not any differences between RFI, RFlegs, RFlegsII RFlegsIII and final body composition traits. The fat measure that had the higher relationship with RFI was EGCf (0,24) and the regression equation with it`s inclusion in the model had the major  $R^2$  (0,25). The RFI level did not change the body composition of brangus heifers, but it`s low correlation with EGCf and the increasing  $R^2$  support the inclusion of this trait in the model to predict RFlegs.

**Keywords:** Residual Feed Intake, Feed efficiency, Heifer, Replacement

---

<sup>2</sup>Master of Science dissertation in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (85 p.), March, 2019.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 CAR .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Importância da utilização do CAR para seleção de animais eficientes .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 Cálculo do CAR.....</b>	<b>14</b>
<b>2.4 Bases biológicas das diferenças no CAR .....</b>	<b>15</b>
<b>2.5 Benefícios ambientais com seleção baseada no CAR .....</b>	<b>17</b>
<b>2.6 Efeitos Negativos da Seleção por CAR.....</b>	<b>17</b>
<b>2.7 Outras medidas de Eficiência Alimentar .....</b>	<b>18</b>
<b>2.8 Ganho de peso residual .....</b>	<b>19</b>
<b>2.9 Consumo e ganho residual.....</b>	<b>20</b>
<b>2.10 Composição de carcaça .....</b>	<b>21</b>
<b>2.11 Correlações genéticas e fenotípicas entre CAR e medidas de ultrassom na carcaça .....</b>	<b>22</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1 O experimento.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 Animais, manejo e nutrição .....</b>	<b>24</b>
<b>3.3 Cochos eletrônicos – Sistema Integrado.....</b>	<b>26</b>
<b>3.4 Teste para definição dos níveis de CAR .....</b>	<b>26</b>
<b>3.5 Avaliação de composição corporal.....</b>	<b>27</b>
<b>3.6 Ganho residual.....</b>	<b>28</b>
<b>3.7 Consumo e ganho residual.....</b>	<b>28</b>
<b>3.8 Análise estatística.....</b>	<b>28</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>31</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>48</b>

## RELAÇÃO DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Contribuições de mecanismos biológicos para variação do consumo alimentar residual determinado a partir de experimentos com animais selecionados divergentemente.....	16
<b>Figura 2</b> - Gráfico de dispersão dos dados de CAR x EGCF.....	41
<b>Figura 3</b> - Gráfico de dispersão de CAR X AOLf.....	41

## RELAÇÃO DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Média de características de novilhos de alto consumo alimentar residual (menos eficiente) e baixo consumo alimentar residual (mais eficiente).....	17
<b>Tabela 2</b> - Definição das medidas de eficiência alimentar.....	18
<b>Tabela 3</b> - Composição da ração concentrada.....	25
<b>Tabela 4</b> - Níveis nutricionais da dieta total.....	25
<b>Tabela 5</b> - Lista de variáveis analisadas e suas abreviaturas.....	29
<b>Tabela 6</b> - Comparativo dos ranqueamento e classificações quanto aos níveis de CAR e CARegs.....	31
<b>Tabela 7</b> - Estatística descritiva das variáveis analisadas.....	33
<b>Tabela 8</b> - Comparação de médias dos grupos de CAR.....	34
<b>Tabela 9</b> - Comparação de médias dos grupos de CARegs.....	35
<b>Tabela 10</b> - Comparação de média das variáveis PVM e GDM entre os níveis de EA.....	37
<b>Tabela 11</b> - Correlações entre as medidas de gordura.....	38
<b>Tabela 12</b> - Correlações entre as medidas de eficiência alimentar.....	41

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>Abreviaturas</b>	<b>Descrição</b>
<b>AOLf</b>	Área de olho de lombo final
<b>AOLi</b>	Área de olho de lombo inicial
<b>CAR</b>	Consumo alimentar residual
<b>CAREgs</b>	Consumo alimentar residual ajustado pela EGCf
<b>CAREgsII</b>	Consumo alimentar residual ajustado pela EGPf
<b>CAREgsIII</b>	Consumo alimentar residual ajustado pela soma de EGCf e EGPf
<b>CGR</b>	Consumo e ganho residual
<b>CLASSE1</b>	Classificação quanto ao CAR
<b>CLASSE2</b>	Classificação quanto ao CAREgs
<b>CLASSE3</b>	Classificação quanto ao CAREgsII
<b>CLASSE4</b>	Classificação quanto ao CAREgsIII
<b>CLASSECGR</b>	Classificação quanto ao consumo e ganho residual
<b>CLASSEGR</b>	Classificação quanto ao Ganho residual
<b>CMS</b>	Consumo de Materia Seca
<b>EA</b>	Eficiência Alimentar
<b>EGCf</b>	Espessura de gordura na costela final
<b>EGC&amp;Pf</b>	Soma das espessuras de gordura na costela e picanha final
<b>EGCi</b>	Espessura de gordura na costela inicial
<b>EGPf</b>	Espessura de gordura na picanha final
<b>EGPi</b>	Espessura de gordura na picanha inicial
<b>GAOL</b>	Ganho em área de olho de lombo
<b>GEGC</b>	Ganho em espessura de gordura na costela
<b>GEGP</b>	Ganho em espessura de gordura na picanha
<b>GGIM</b>	Ganho em gordura intramuscular
<b>GIMf</b>	Gordura intramuscular final
<b>GIMi</b>	Gordura intramuscular inicial
<b>GDM</b>	Ganho Diário Médio
<b>GR</b>	Ganho de peso residual
<b>PVJd0</b>	Peso vivo em jejum no dia 0
<b>PVJd35</b>	Peso vivo em jejum no dia 35
<b>PVJd70</b>	Peso vivo em jejum no dia 70
<b>PVM</b>	Peso Vivo Metabólico

## 1. INTRODUÇÃO

A atividade pecuária tem impacto na economia nacional representando 30% do PIB gerado pelo agronegócio em 2015 (ABIEC, 2016). Conforme publicado pela Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC, 2016), no ano de 2015, o sistema agroindustrial da carne bovina movimentou R\$ 483,5 bilhões, registrando um aumento de 27% sobre o ano anterior. Salários e encargos dos funcionários diretamente envolvidos no setor (fazendas e indústrias) somaram mais de R\$ 11,37 bilhões.

Apesar de ter uma grande importância econômica para o Rio Grande do Sul e o Brasil, a pecuária ainda apresenta números gerais, nas duas esferas, que demonstram a grande oportunidade e caminho a percorrer em busca de eficiência nos sistemas produtivos. A ABIEC, na última edição do relatório anual Perfil da Pecuária no Brasil (2016), revela uma taxa de desfrute de 18,78%. O resultado ruim desse indicador de produtividade é devido a idades tardias de abate e início da vida reprodutiva nas fêmeas de reposição, bem como, baixas taxas de natalidade e repetição de cria.

Por outro lado, segue a expansão da área cultivada com culturas agrícolas, principalmente a soja, provocando a diminuição das áreas de pastagens naturais. Por consequência, percebe-se um movimento de intensificação dos sistemas de produção pecuários, no sentido de alimentar o mesmo número de animais em áreas menores, através da suplementação, ou aumentar a lotação numa mesma área de pastoreio. Neste cenário, são necessários amplos investimentos e conhecimentos em sanidade, nutrição e manejo. Para que todos esses esforços se viabilizem financeiramente, são indispensáveis animais cada vez mais eficientes na utilização destes recursos para a produção de crias e carne.

Paralelamente, a comunidade científica tem dado crescente importância à característica fenotípica consumo alimentar residual (CAR) como medida de eficiência alimentar nos bovinos. O CAR tem sido utilizado em programas de melhoramento genético, como medida de eficiência alimentar não relacionada com tamanho adulto. Também está associado a menores emissões de metano. Por outro lado, há relatos de alterações na composição corporal das progênes selecionadas divergentemente para baixo e alto CAR com o passar das gerações. A partir daí, têm sido estudadas diferentes formas de calcular o CAR, ajustando as equações com medidas de carcaça para minimizar efeitos depreciativos em sua composição.

O presente trabalho é o ponto de partida para aprofundar o estudo do CAR regionalmente, avaliando as correlações com as características de composição corporal medidas por ultrassom (AOL – área de olho de lombo, EGC – espessura de gordura na costela, EGP – espessura de gordura na picanha e GIM – gordura intramuscular) gerando um banco de dados consistente para futuros cálculos de herdabilidades e geração de DEPs ou índices que auxiliem na seleção de animais mais eficientes, sem carregar efeitos negativos.

Especificamente, a presente dissertação de mestrado versará sobre o efeito do CAR sobre a composição corporal de fêmeas brangus em idade de recria. Bem como comparar o CAR com outras medidas de eficiência alimentar.

A hipótese deste trabalho é: as classes de consumo alimentar residual alteram a composição corporal em novilhas da raça Brangus.

Logo, o objetivo correspondente é verificar o efeito do CAR sobre a deposição de gordura subcutânea e intramuscular, obtidas através de ultrassom, para estimativa do grau de acabamento em fêmeas da raça Brangus. Bem como, verificar o efeito do CAR sobre a deposição muscular destes animais, medido através da área de olho de lombo (AOL) por ultrassom.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CAR

O conceito de CAR foi usado pela primeira vez por Koch et al. (1963), que estudou alguns índices de eficiência alimentar que determinavam que a manutenção e ganho de peso afetavam as exigências nutricionais de bovinos em crescimento. Através de estudos de Byerly (1941), percebeu-se que existiam animais com comportamentos diferentes com relação ao consumo de alimentos para se obter uma mesma produção. Koch et al. (1963) sugeriram dividir o consumo de alimentos em dois componentes: O consumo sugerido para um determinado nível de produção e uma fração residual do consumo. O consumo residual é considerado como a diferença entre o consumo real do animal e o consumo predito para um determinado ganho. Sendo assim, animais com CAR negativo são os mais eficientes, pois consomem menos alimentos, em relação às suas exigências, para um mesmo ganho de peso. Da mesma forma, animais com CAR positivo são os menos eficientes, pois necessitam um maior consumo de alimento, acima do consumo predito, para atingir um dado ganho de peso. A avaliação da eficiência alimentar pelo consumo alimentar residual (CAR) é calculada por uma regressão múltipla do consumo total de matéria seca observado nos animais sobre peso vivo metabólico e o ganho diário médio. Logo, se torna independente de características de desempenho, como peso vivo e ganho de peso, e, dessa forma, não implica no aumento da exigência de manutenção do rebanho de cria (LIMA et al, 2013). Já a medida tradicional de eficiência alimentar, conversão alimentar relativa (FCR), é definida como a quantidade de alimento consumido dividido pelo ganho de peso vivo. Esta medida tem sido utilizada com sucesso na produção de carne de aves e suínos. Em bovinos, devido a diferenças fisiológicas com as outras espécies produtoras de proteína animal, a seleção de animais mais eficientes utilizando esta característica não obteve sucesso, pois, respostas correlacionadas com baixa FCR identificam animais com aumento nas taxas de crescimento, no tamanho maduro e com elevados requerimentos de manutenção (Crews, 2005; Mahler, 2016).

Nkrumah et al. (2004) e Basarab et al. (2003) relataram correlações positivas entre CAR e deposição de gordura na carcaça variando de 0,14 a 0,30, e correlações negativas entre CAR e deposição de músculo variando de -0,21 a -0,14, ou seja, animais ineficientes possuem maior deposição de gordura na carcaça e animais eficientes maior deposição de músculo na carcaça. No entanto, a tendência de menor deposição de gordura apresentada pelos animais CAR negativo, tem sido alvo de estudos uma vez que poderá levar a uma depreciação da qualidade da carcaça. Para corrigir tais problemas, tem sido sugerido que o consumo predito seja calculado também em função da espessura de gordura subcutânea (McDonagh et al., 2001).

Conforme Mahler (2016), as baixas correlações entre CAR e EGS são importantes porque a seleção de animais com baixo CAR poderia resultar em uma concomitante redução na EGS, afetando potencialmente as medidas de carcaça ao abate. Além disso, o acabamento e a condição corporal afetam a

função reprodutiva. Portanto, a inclusão de características de composição corporal medidas por ultrassom (AOL, EGS, EGP e GIM) dentro das equações de regressão para classificações do CAR não comprometeriam as características de carcaça e preveniria efeitos negativos sobre a reprodução das fêmeas submetidas a um processo de seleção por CAR (Basarab et al. 2003; Lancaster et al 2009<sup>a,b</sup>; Mao 2013). No entanto, estudos sobre os efeitos em longo prazo devem ser realizados.

## **2.2 Importância da utilização do CAR para seleção de animais eficientes**

A lucratividade de um sistema de produção depende tanto das entradas (custos e investimentos) como das saídas (vendas). A alimentação dos animais é o principal custo de produção de gado de corte, mesmo em sistemas a pasto. Melhorar a eficiência de utilização dos alimentos ajuda a reduzir o custo de produção (Arthur & Herd, 2008). Nielsen et al (2013) comentam que 65 % da energia da alimentação de um sistema de produção é utilizada para a reprodução no rebanho de cria e não para o crescimento dos animais em terminação. Este fato se deve ao grande montante de energia requerido para manutenção e reprodução do gado de cria que compreende proporções importantes da estrutura de rebanhos de ciclo completo. A seleção de animais eficientes pelo consumo alimentar residual (CAR) não implica no aumento da exigência de manutenção do rebanho de cria (LIMA et al, 2013). Outro ponto salientado por Arthur e Herd (2008) é que a característica fenotípica CAR, medida no pós-desmame, tem uma herdabilidade média. Logo, a progênie de indivíduos com baixo CAR apresenta um menor consumo de matéria seca para um mesmo nível de produção que os animais descendentes de mães menos eficientes. Archer et al. (1998) e Arthur et al. (2001a) citam herdabilidades de 0,29 e 0,46, respectivamente.

## **2.3 Cálculo do CAR**

Koch et al. (1963), ao examinar inúmeros índices de eficiência alimentar, perceberam que os mesmos se relacionavam com manutenção e ganho de peso, de tal forma que a seleção de animais mais eficientes afetava as exigências nutricionais de manutenção de bovinos em crescimento. Então, Koch et al. (1963), sugeriram dividir o consumo de alimentos em dois componentes: o consumo sugerido para um determinado nível de produção e uma fração residual do consumo. O consumo residual é considerado, conforme visto anteriormente, como a diferença entre o consumo real do animal e o consumo predito para um determinado ganho. Sendo assim, animais com CAR negativo são os mais eficientes, pois consomem menos alimentos, em relação as suas exigências, para um mesmo ganho de peso. Da mesma forma, animais com CAR positivo são os menos eficientes, pois necessitam um maior consumo de alimento, acima do consumo predito, para atingir um dado ganho de peso.

O cálculo de CAR necessita da mensuração do consumo diário e de um valor predito de consumo para cada indivíduo. Este valor predito pode ser

obtido através de equações de exigências nutricionais para determinado ganho de peso e peso corporal (por exemplo: NRC, 2016) ou através de regressão linear múltipla da Ingestão de Matéria seca (IMS) sobre ganho diário médio (GDM) e peso metabólico na metade do teste (PVM), usando dados do teste de consumo (Kennedy et al., 1993; Arthur et al., 2001b). Esta regressão (GDM e PVM) explica 70 a 80% da variação no consumo predito, conforme dados observados na literatura (Arthur et al., 2001; Basarab et al., 2003; Nkrumah et al., 2007). Na regressão utilizada para este fim, o CAR se equivale ao erro da equação. Ou seja, a parte que permanece não explicada pelos componentes múltiplos da equação, conforme exemplos abaixo:

$$IMS = \beta_0 + \beta_1 GDM + \beta_2 PVM + \varepsilon_1$$

Onde: IMS – Ingestão de matéria seca diária por animal;  $\beta_0$  – intercepto;  $\beta_1$  – coeficiente parcial de regressão de IMS sobre GDM;  $\beta_2$  - coeficiente parcial de regressão de IMS sobre PVM;  $\varepsilon_1$  – Resíduo que expressa o CAR. (Archer, 1997)

$$IMS = \beta_0 + \beta_1 GDM + \beta_2 PVM + \beta_3 EGS + \varepsilon_1$$

Onde: IMS – Ingestão de matéria seca diária por animal;  $\beta_0$  – intercepto da regressão;  $\beta_1$  – coeficiente parcial de regressão de IMS sobre GDM;  $\beta_2$  - coeficiente parcial de regressão de IMS sobre PVM;  $\beta_3$  – coeficiente parcial de regressão de IMS sobre espessura de gordura subcutânea por ultrassom (EGS);  $\varepsilon_1$  – Resíduo que expressa o CAR corrigido para EGS.

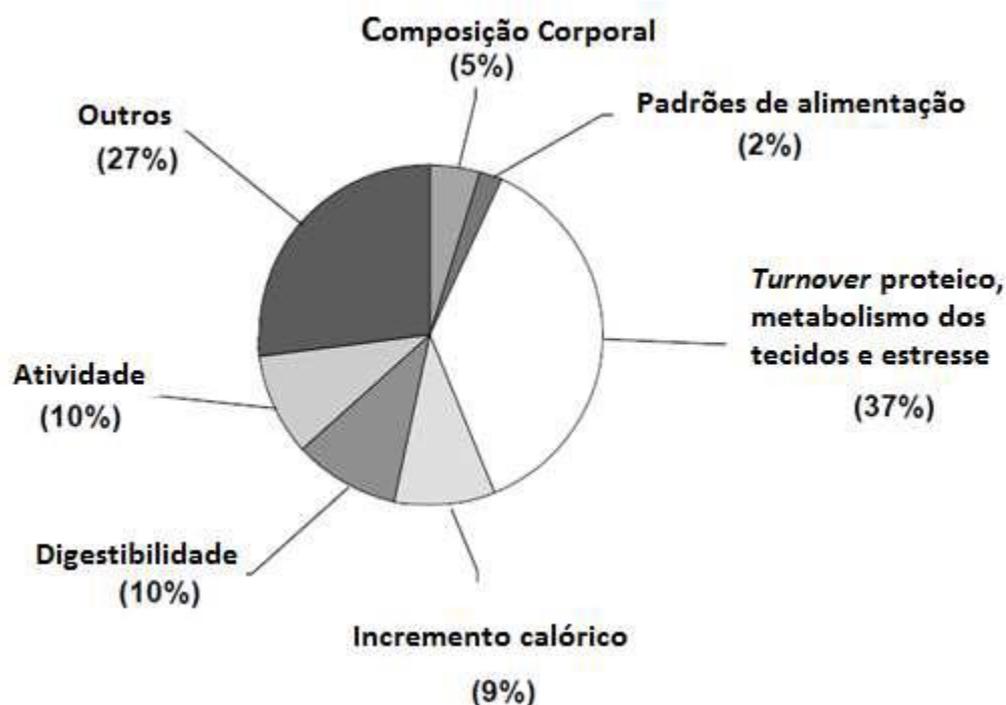
Basarab et al. (2003) modelaram o crescimento de 148 terneiros ao desmame usando regressão linear do peso sobre o tempo. Nenhuma curva de crescimento destes animais teve coeficiente de determinação ( $R^2 \times 100$ ) menor que 95% (média de 98,7%). Os altos valores de  $R^2$  indicam que o crescimento dos animais nesta fase foi linear e que a escolha por um modelo de regressão linear é apropriada. A opção de cálculo do CAR através de regressão linear o torna independente das características de produção que são usadas para o cálculo da predição de consumo (peso vivo e ganho de peso), permitindo a comparação entre animais de diferentes níveis de produção durante o período de mensuração do consumo. Como esperado, existe uma correlação positiva entre CAR e consumo, indicando que os animais mais eficientes consomem menos (Arthur & Herd, 2008). Os valores encontrados na literatura para esta correlação variam de  $0.43 \pm 0.15$  (Robinson & Oddy, 2004) a  $0.78 \pm 0.06$  (Hoque et al., 2006a,b).

#### **2.4 Bases biológicas das diferenças no CAR**

A independência do CAR das características produtivas tem levado alguns autores a sugerir que o CAR representa variações inerentes a processos metabólicos básicos que determinam a eficiência. (Brelvi & Brannang, 1982; Korver, 1988). Mais de dois terços da variação na mensuração do CAR tem contribuição de processos metabólicos. Os fatores metabólicos que podem contribuir para a variação no CAR são muitos e os

principais mecanismos fisiológicos que influenciam sua variação estão relacionados com a resposta ao estresse, turnover proteico e metabolismo dos tecidos (37%), atividade locomotora (10%), digestibilidade dos alimentos (10%), incremento calórico (9%), composição corporal (5%) e padrões de alimentação (2%), como mostrado na FIGURA 1. Conforme ocorre aumento no CAR, maior a proporção da ingestão de energia metabolizável direcionada para a produção de calor e menor a proporção para a retenção de energia (BASARAB et al., 2003; RICHARDSON & HERD, 2004; ARTHUR & HERD, 2008).

**Figura 1** - Contribuições de mecanismos biológicos para variação do consumo alimentar residual determinado a partir de experimentos com animais selecionados divergentemente



Fonte: RICHARDSON & HERD, (2004).

Ao avaliar a composição corporal de 176 novilhos cruzados *Bos taurus*, BASARAB et al., (2003) encontraram que novilhos mais eficientes (CAR negativo) apresentaram menor consumo de energia metabolizável (10,2%), menor produção de calor (9,3%) e menor retenção de energia (12%) que os novilhos menos eficientes (CAR positivo). Os animais mais eficientes apresentaram vísceras menores do que os menos eficientes além de carcaças com menos gordura intermuscular, interna e de cobertura (TABELA 1).

**Tabela 1** - Média de características de novilhos de alto consumo alimentar residual (menos eficiente) e baixo consumo alimentar residual (mais eficiente).

<b>Características</b>	<b>alto CAR</b>	<b>baixo CAR</b>	<b>P</b>
<b>Número de animais</b>	43	44	-
<b>CAR (kg/dia)</b>	+0,69	-0,75	<0,0001
<b>Consumo MS (kg/dia)</b>	8,93	8,00	<0,0001
<b>PV médio metabólico (kg)</b>	94,3	93,9	0,354
<b>Ganho diário médio (kg/d)</b>	1,51	1,51	0,988
<b>Consumo energia metabolizável (kJ/kg<sup>0,75</sup>d)</b>	1083	973	<0,0001
<b>Energia retida (kJ/kg<sup>0,75</sup>d)</b>	332	292	0,0020
<b>Produção de calor (kJ/kg<sup>0,75</sup>d)</b>	751	681	<0,0001
<b>Fígado (kg)</b>	6,57	6,06	0,0070
<b>Abomaso + intestino (kg)</b>	48,7	45,0	0,0040
<b>Gordura de acabamento (kg)</b>	8,13	7,46	0,0020
<b>Escore de marmoreio</b>	465	432	0,0770
<b>Gordura interna (g/kg carcaça)</b>	25,6	24,1	0,1430

Fonte: BASARAB et al. (2003).

### 2.5 Benefícios ambientais com seleção baseada no CAR

Animais de baixo CAR (mais eficientes) emitem cerca de 28% menos metano na atmosfera quando comparados a animais com alto CAR (mais eficientes) NKRUMAH et al. (2006). Em relação à produção de esterco (N, P e K), animais mais eficientes produziram 24 kg/dia contra 26,5 kg/dia produzidos pelos menos eficientes (OKINE et. al., 2003). Estes resultados são semelhantes aos encontrados por HERD et al. (2002) em animais com diferentes valores para CAR.

Com a seleção de animais mais eficientes é possível reduzir a utilização de áreas de pasto para produzir a mesma quantidade de carne (BASARAB et al.,2003).

Em relação ao impacto ambiental no Brasil, o grande desafio para o setor pecuário no país é aumentar a produtividade simultaneamente à liberação de terras para outras formas de produção agrícola, a fim de evitar o desmatamento. A mitigação dos efeitos negativos ambientais da produção animal é fundamental para continuação do setor e está forçando mudanças importantes na organização da cadeia produtiva do gado para cumprir a nova e rigorosa legislação de proteção ambiental (FAO, 2011).

### 2.6 Efeitos Negativos da Seleção por CAR

Efeitos negativos da seleção por CAR ainda são incertos. Porém, redução no conteúdo de gordura na carcaça foi percebida após a seleção de uma geração para baixo CAR (Richardson et al., 2001). Basarab et al. (2003) encontraram que o acúmulo de gordura no corpo vazio determinou 3,9% da variação no consumo de MS. No mesmo estudo, as correlações entre CAR e

acúmulo de gordura no corpo vazio, expresso em gramas/dia ou gramas/kg de peso metabólico/dia, foram positivas, com valores respectivos de 0,26 e 0,3. O ganho de proteína no corpo vazio não foi significativo. A partir destes resultados, os autores recomendam a inclusão de medidas de gordura subcutânea e marmoreio obtidas por ultrassonografia nos modelos para determinar CAR. Outros trabalhos avaliaram a correlação de CAR com espessura de gordura subcutânea encontrando valores de  $0.17 \pm 0.05$  (Arthur et al., 2001a) a  $0.35 \pm 0.30$  (Nkrumah et al., 2007a). Nkrumah et al. (2007a) também estabeleceram uma correlação negativa de  $-0.52 \pm 0.32$  entre CAR e área do músculo *longísimus*.

O gasto que se tem para determinar o CAR de cada animal é alto quando comparado a outras medidas como o perímetro escrotal e o ganho de peso (LANNA & ALMEIDA, 2004b).

ARCHER et al. (2002) encontraram um leve aumento no tamanho adulto depois de uma seleção para melhorar o CAR no gado Angus australiano.

Outro efeito que pode ser questionado é que como o CAR é independente das características produtivas, se olharmos exclusivamente para a seleção de animais eficientes, podemos selecionar animais com baixo desempenho. Claro que a seleção não pode ser feita com base em apenas uma característica fenotípica, mas mesmo assim, para auxiliar ou apresentar opções aos selecionadores, os pesquisadores têm trabalhado, mais recentemente, com características como ganho de peso residual e consumo e ganho residual.

## 2.7 Outras medidas de Eficiência Alimentar

Com o objetivo de estimar parâmetros genéticos para características de eficiência alimentar, Grion et al. 2014 estudaram as seguintes medidas: conversão alimentar, eficiência do ganho, taxa de crescimento relativa, relação de Kleiber, consumo alimentar residual, ganho de peso residual e consumo e ganho residual. A definição e fórmula dessas características estão na Tabela 2 abaixo.

**Tabela 2** - Definição das medidas de eficiência alimentar.

<b>Característica</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Definição</b>
<b>Conversão alimentar</b>	GMD/CMS	Ganho de peso dividido pelo consumo
<b>Eficiência do Ganho</b>	$GMD / (CMS - CMS_M)$	Relação entre GMD e quantidade de alimento disponível para ganho, ou seja, subtraindo-se o CMS estimado para manutenção.
<b>Taxa de crescimento relativa</b>	$100 \times (\log PV_f - \log PV_i) / \text{dias no teste}$	– Potencial de crescimento relativo ao grau de

			maturidade.
<b>Relação de Kleiber</b>		$100 \times (\text{GMD}/\text{PV}^{0,75})$	GMD em gramas, proporcional a cada kg de peso metabólico.
<b>Consumo Alimentar Residual</b>		$\text{CMS}_o - \text{CMS}_e$	Diferença entre CMS observado e CMS estimado com base na regreção do CMS sobre GMD e peso metabólico na metade do teste.
<b>Ganho de Peso Residual</b>		$\text{GMD}_o - \text{GMD}_e$	Diferença entre o GMD observado e o estimado pela regreção do GMD sobre o CMS e o Peso metabólico na metade do teste.
<b>Consumo e Ganho Residual</b>		$\text{GPR} + (-1 \times \text{CAR})$	Índice simples que inclui CAR e GPR com variância ajustada para 1.

As características de eficiência alimentar, citadas acima, foram correlacionadas fenotípica e geneticamente com características de desempenho e crescimento como: peso a desmama ajustado aos 210 dias, consumo de matéria seca, ganho médio diário e peso metabólico. Os autores chegaram a conclusão que as medidas de eficiência alimentar geram ganhos genéticos moderados através da seleção, devendo, portanto, ser consideradas. Dentre as características de eficiência estudadas, a combinação das medidas residuais, representada pelo consumo e ganho residual parece fornecer a melhor resposta para a seleção voltada a redução no consumo de alimentos e incremento de características de crescimento. Os autores sugerem ainda a criação de índices com mais de uma característica de eficiência, ou mesmo, combinando características de eficiência com outras de interesse direto (CMS, GDM e PV). Para reduzir custos no teste de eficiência dos animais submetidos ao processo de seleção, os autores indicam seleção em dois estágios, por exemplo, peso a desmama como primeiro estágio, seguido de um segundo estágio de teste de eficiência para os animais superiores, para seleção final. Ganhos genéticos em eficiência alimentar são esperados mesmo testando animais pré-selecionados.

## 2.8 Ganho de peso residual

O ganho de peso residual (GR) é obtido a partir do ganho de peso médio diário predito (GDMpred), determinado pela regressão do GDM observado (GDMobs) no PVM e CMS por meio do procedimento REG do SAS (versão 9.3), gerando a equação:

$$\text{GDMobs} = \beta_0 + (\beta_1 \times \text{PVM}) + (\beta_2 \times \text{CMS}) + \varepsilon$$

O GR é o resíduo da equação.

O GR é uma medida alternativa de eficiência para focar no ganho de peso, como solução à possível seleção de animais classificados como eficientes pelo CAR mas que desempenhem pouco.

### 2.9 Consumo e ganho residual

Consumo e ganho residual (CGR) é um índice que leva em consideração ambas as variáveis. É calculado por meio da soma do CAR e GPR. Esta medida foi desenvolvida com o intuito de corrigir as limitações apresentadas por tais índices de eficiência, como a baixa correlação fenotípica do CAR com ganho de peso e do GPR com consumo de matéria seca, priorizando assim, animais de menor consumo e crescimento mais acelerado. Assim como o CAR, o CGR apresenta moderada herdabilidade, o que viabiliza sua inclusão em programas de melhoramento genético, Berry et al., 2012.

Para a determinação do consumo e ganho residual (CGR), os valores de CAR e GR devem ser ajustados para variância igual a 1, em seguida, o CAR é multiplicado por (-1) e os valores resultantes são somados aos de GR. (Favero et al., 2015)

Trabalhando com animais da raça brahman, Favero et al. (2015) encontraram os valores máximo, mínimo e o desvio padrão para o CGR foram de 1,28, -1,16 e 0,63, respectivamente, demonstrando satisfatória variabilidade fenotípica desta característica na população avaliada. De acordo com o critério utilizado para a divisão dos grupos - alto CGR (mais eficientes; > 0,5 desvio-padrão (DP) acima da média), médio CGR (medianos; entre  $\pm$  0,5 DP em relação à média) e baixo CGR (menos eficientes; < 0,5 DP abaixo da média) obteve-se sete animais de alto CGR (29,2%), nove animais de médio CGR (37,5%) e oito animais de baixo CGR (33,3%). Não houve diferença significativa no consumo de matéria seca observado (CMSobs) entre os grupos avaliados. No entanto, houve tendência ( $p < 0,10$ ) indicando menor CMSobs para os animais de alto CGR, que também apresentaram menor consumo em porcentagem do peso vivo (CMS %PV) ( $p < 0,05$ ). Neste mesmo trabalho, não foram encontradas diferenças significativas entre características de carcaça e os diferentes grupos de CGR. Os autores concluíram que O CGR é um índice que demonstra bom potencial para inclusão em programas de melhoramento genético, pois seleciona animais que apresentam consumo proporcionalmente menor, sem afetar o ganho de peso, o que pode levar à redução nos custos de produção e incremento do lucro da pecuária. Em adição, esta medida não interfere na deposição de músculos e gordura na carcaça.

### 2.10 Composição de carcaça

O National Beef Quality Audit (NBQA)–2016, avaliou dados referentes a, aproximadamente, 10% da produção diária de carne nos EUA. Foram avaliadas 9106 carcaças abatidas em 30 diferentes unidades de abate. Quanto ao sexo, 66,5% eram novilhos e 33,4% eram novilhas. Quanto ao tipo racial, a classificação foi 82,9% Europeus, 15,8% aptidão leiteira e 1,2% *Bos indicus*. Foram avaliados parâmetros de qualidade (QG) e de Carcaça (CG). Os dados foram usados para realizar um benchmark, chegando aos seguintes dados médios: 14,2mm de espessura de gordura ajustada, 89,5 cm<sup>2</sup> de AOL, 390,3kg de peso de carcaça quente e 1,9% de KPH. A classificação média das carcaças de acordo com o USDA YG foi 3,1, com a seguinte distribuição: 9,6% YG 1, 36,7% YG2, 39,2% YG3, 12% YG4 e 2,5% YG5.

Neste mesmo trabalho, foi encontrada uma correlação de 0,4 entre peso de carcaça quente (HCW) e AOL. Isso significa que embora haja uma correlação positiva, nem sempre um maior peso de carcaça resulta em maior AOL. Lawrence et al. (2008) descreveram a relação entre HCW e AOL como sendo uma função quadrática e não linear.

No Brasil, não temos uma estatística dessa magnitude sobre a composição de carcaça dos animais abatidos, pois estes dados são parcialmente considerados no programa nacional de tipificação de carcaças bovinas, como peso de carcaça fria e grau de acabamento, por exemplo, mas com pouca influência na formação de preços pagos aos produtores. Tarouco (2004), trabalhando com novilhos superprecoces da raça braford, obteve dados médios de peso de carcaça quente de 157,29kg, AOL de 53,74cm<sup>2</sup> e EGS de 3,65cm. Sakamoto (2012), com novilhos da raça nelore obteve dados médios de 262,37kg de peso de carcaça quente, AOL de 75,97cm<sup>2</sup> e EGS de 3,99cm, medidos na carcaça.

Com o advento e evolução da ultrassonografia de carcaças, as características AOL e EGS medidas por ultrassom se tornaram realidade nos programas de melhoramento bovino, por serem medidas objetivas, com alta correlação com as medidas obtidas na carcaça, e alta correlação com características produtivas de interesse, conforme Tarouco et al. (2004), e por terem alguma correlação com características de eficiência alimentar, como, por exemplo, o CAR (Nkrumah et al., 2007a). Este último ponto de interesse tem motivado muitos estudos combinando informações de medidas ultrassônicas e de eficiência alimentar para formação de índices ou eleição de características correlatas para programas de melhoramento animal.

A AOL é uma importante medida relacionada à musculabilidade do animal. O músculo *longíssimus*, sobre o qual é feita a medida, é o maior músculo dos bovinos, situando-se ao longo das regiões lombar e dorsal. (Tarouco, 2004). Conforme Kempster et al. (1982), representa 6,7% do peso da musculatura total do animal. Segundo Berg e Buterfield (1978), os músculos ao redor da coluna vertebral são de ímpeto de crescimento médio, com isso podemos ter uma boa estimativa da musculatura geral, avaliando os músculos desta região. Convencionou-se obter esta medida no espaço intercostal entre a

12<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> costelas pois é o local onde a medida apresenta maior repetibilidade, devido a existência de sítios anatômicos de fácil identificação e, também, porque é o local onde há menor presença de outros músculos, o que torna a interpretação da imagem mais exata. (Tarouco, 2004).

A espessura de gordura subcutânea é uma variável importante em todos os sistemas comerciais e está altamente relacionada a composição corporal dos animais. Murphey et al. (1960) notaram uma estreita associação entre espessura de gordura medida da 12<sup>a</sup> costela e o rendimento de cortes nas carcaças bovinas. Segundo Kempster et al. (1982) este é um indicador dos mais usados como estimador da composição global da carcaça em programas de seleção de raças e esquemas de classificação de carcaças. Outra importância que devemos atribuir a essa medida e sua relação com a precocidade sexual e idade fisiológica dos animais.

### **2.11 Correlações genéticas e fenotípicas entre CAR e medidas de ultrassom na carcaça**

Muitos trabalhos reportam baixas correlações genéticas e fenotípicas entre CAR e características de carcaças medidas por ultrassonografia, principalmente gordura subcutânea (Arthur et al., 2001b; Basarab et al., 2003; Lancaster et al., 2009a,b; Mao et al., 2013; Nkrumah et al., 2004, 2007; Schenkel et al., 2004). Como as medidas ultrassonográficas são excelentes indicadores das características de carcaça, elas permitem monitorar possíveis mudanças na composição corporal de animais selecionados para baixo CAR.

Arthur et al. (2001b) e Schenkel et al. (2004) encontraram correlações fenotípicas e genéticas semelhantes entre CAR e espessura de gordura subcutânea, entre 0,14 e 0,17, respectivamente. Porém, quando Schenkel et al. (2004) incluíram a espessura de gordura subcutânea no modelo de regressão para cálculo do CAR, esta correlação praticamente desaparece (-0,01). Em novilhas brangus, as correlações fenotípicas estabelecidas entre CAR e espessura de gordura subcutânea final, bem como com ganho de espessura de gordura subcutânea, encontradas por Lancaster et al. (2009b) foram 0,12 e 0,22, respectivamente. Os mesmos autores reportaram uma correlação genética moderada entre CAR e espessura de gordura subcutânea final (0,36) sugerindo uma redução da espessura de gordura subcutânea em animais selecionados para CAR baixo. Mesmo após ajuste para composição corporal, o autor encontrou, contrastando com outros estudos, uma correlação genética de 0,39, sugerindo que o ajuste da composição corporal pode ajudar na seleção de características fenotípicas independentes, mas as correlações genéticas podem permanecer.

Nkrumah et al., 2007 relataram maiores correlações fenotípicas (0,25) e genéticas (0,35) entre CAR e espessura de gordura medida no ultrassom, sugerindo que seleção de animais por CAR resultariam em animais com menos deposição de gordura. Comparados com os animais de alto CAR, os novinhos de baixo CAR, nesse estudo, tiveram, significativamente, menores taxas de acúmulo de gordura subcutânea (0,029 mm/d vs 0,038mm/d) e espessura de

gordura subcutânea final (8.27 mm vs. 9.86 mm). Em um estudo prévio, em 2004, os mesmos autores encontraram uma fraca correlação fenotípica entre CAR e espessura de gordura subcutânea final (0,19) com o lote de baixo CAR apresentando menor espessura de gordura subcutânea (5,28mm vs 6,31mm). Da mesma forma, Lancaster et al., 2009a, reportaram resultados similares, com correlação fraca entre CAR e espessura de gordura subcutânea (0,2) e o lote de baixo CAR apresentando menores medidas de espessura de gordura, comparadas ao lote de alto CAR (0.59 cm vs. 0.67 cm) em experimento realizado com touros.

Embora a relação entre CAR e AOL ainda não esteja totalmente elucidada, existem alguns resultados de correlações genéticas e fenotípicas de diferentes magnitudes. Arthur et al. (2001b) relataram uma fraca correlação genética entre essas duas características (0,09) em novilhos angus. Outro estudo reportou, utilizando touros angus, uma fraca correlação fenotípica entre CAR e ganho de AOL (0,17), porém a AOL final foi similar em todas as classificações de CAR (Lancaster et al., 2009a). Touros com baixo CAR tenderam a ter maiores AOL iniciais e menores ganhos em AOL. Quando CAR foi ajustado para composição corporal, não foram encontradas correlações genéticas ou fenotípicas entre CAR e ganhos de AOL e espessura de gordura subcutânea. Isso já podia ser esperado, pois o ajuste torna o CAR independente das variáveis componentes da sua regressão linear. Em novilhas brangus, Lancaster et al. (2009b) reportaram uma forte correlação entre CAR e ganho de AOL (0,55) e novilhas classificadas como baixo CAR tiveram AOL inicial maior do que as classificadas com alto CAR. No entanto, Nkrumah et al. (2007) apontaram fortes correlações fenotípica e genética negativas, -0,52 e -0,65, respectivamente, entre CAR e AOL.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 O experimento

O experimento foi conduzido de acordo com as diretrizes da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CEUA-UFRGS) e com as recomendações para programas de melhoramento de bovinos de corte, da Beef Improvement Federation (BIF, 2016).

O experimento foi realizado na Estação Experimental Agronômica (EEA) da UFRGS, teve duração de 70 dias e foi precedido por um período de adaptação de 28 dias.

#### 3.2 Animais, manejo e nutrição

Foram utilizadas 60 bezerras desmamadas da raça Brangus com média de idade ao início do teste de consumo 286 dias e peso corporal médio de 230 kg, pertencentes ao rebanho da Estação Experimental Agronômica da UFRGS. A amplitude máxima de idade do grupo de animais foi 60 dias.

Para registro dos dados de consumo, foi utilizado o sistema Intergado ([www.intergado.com.br](http://www.intergado.com.br)) (JPL Comércio e Locação Ltda- Brasil) existente na EEA. Este sistema tem 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 *bottons transponder* de rádio frequência passiva (FDX) na orelha esquerda. Permaneceram em confinamento total durante todo o período de adaptação e do teste de eficiência alimentar (98 dias). Foram alojados em três piquetes de 45/25m, totalizando 1125 metros quadrados. Ficaram 20 animais por piquete, sendo disponibilizados 56,25 m<sup>2</sup> por animal, com acesso a quatro (4) cochos de alimentação e um (1) bebedouro de reabastecimento automático, com livre acesso a água e ao alimento.

Antes da avaliação do CAR, os animais passaram por um período de adaptação às instalações (cochos e bebedouros eletrônicos - sistema Intergado) e a dieta. Os animais que durante os sete dias iniciais não foram detectados pelo sistema, ou não consumiram alimento de forma adequada, ou seja, em quantidade condizente com o consumo esperado, foram retirados das instalações. Conforme informações repassadas pelo fabricante, cerca de 20% dos animais não se adaptam ao sistema. Para assegurar que se tivesse a quantidade necessária de animais adaptados ao final do período, todas as fêmeas que contemplavam os parâmetros de peso e idade mencionados anteriormente, foram incluídas no lote de adaptação. Como um número excedente aos 60 animais necessários se adaptou, o critério de seleção foi o ganho de peso no período. Permaneceram no experimento os 60 animais com maior desempenho.

O acesso ao cocho era liberado através do botton transponder de radio frequência (FDX) de identificação, previamente cadastrado. Este processo permitiu que fossem coletados os dados do consumo individual de cada animal da dieta sólida e água, bem como, comportamento ingestivo e frequência de alimentação.

Na 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, soja e minerais, conforme fórmula na Tabela 3.

**Tabela 3** - Composição da ração concentrada.

Ingrediente	Inclusão (%)	Custo (R\$/kg)
Milho Moído	52	0,416
Soja Integral	46	1,000
Núcleo Mineral <sup>1</sup>	02	2,300
Total	100	0,722

<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.

A dieta foi fornecida totalmente misturada com o auxílio de um vagão forrageiro IPACOL Modelo VFTM na proporção de 70% de silagem de milho e 30% de ração concentrada na base seca, em duas alimentações diárias, em cochos de alimentação com capacidade máxima de 100 kg de alimento. A quantidade de alimento ofertado era ajustada de acordo com a observação de sobras no cocho e variações na matéria seca da dieta.

**Tabela 4** - Níveis nutricionais da dieta total.

Nutriente	Quantidade
Energia metabolizável (Mcal/kgMS)	2,52
Proteína Bruta (%)	15,2
NDT (%)	70,0

A dieta foi calculada no NRC para uma estimativa de peso médio ao longo do teste de consumo de 265kg e projetando um GDM de 1kg. Foram monitoradas a bromatologia e a matéria seca (MS) da dieta total com frequência quinzenal e semanal, respectivamente. Os resultados das análises bromatológicas estão nos anexos. As amostras enviadas para as análises foram coletadas da seguinte forma: imediatamente após o abastecimento dos cochos, com o auxílio de um garfo forrageiro e saco de ráfia previamente higienizado, foram coletadas subamostras, sendo uma de cada um dos doze (12) cochos. Desta forma, a amostra total compreendeu o início, meio e final da descarga do vagão forrageiro. Após homogeneização da amostra total, ela era dividida em quatro quadrantes, conforme recomendado pelo protocolo de amostragem de dieta total misturada da Universidade da Califórnia

(ROBINSON & MEYER, 2010). Dois quadrantes em diagonal eram misturados novamente, para, então, retirar a subamostra para análise. Esse procedimento foi realizado nos dias 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 e 63 para análise da MS. Nos dias 0, 14, 28, 42, e 56 foram coletadas duplicatas para análises bromatológicas.

Para determinação da matéria seca foi utilizada uma estufa com ventilação forçada, seguindo método proposto pelo AOAC (1995) que recomenda a exposição a amostra durante 48hs a uma temperatura de 105°C. Para assegurar a completa secagem das amostras, eram realizadas pesagens das amostras com 12hs de intervalo, até a repetição do último peso registrado. A análise química da dieta FOI realizada pelo método de Weende (1984), com nitrogênio determinado pelo método Kjeldahl (HORWITZ, 2000) e FDN e FDA pelo método de Van Soest e Wine (1967). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da UFRGS.

### **3.3 Cochos eletrônicos – Sistema Integrado**

São alimentadores desenvolvidos para gerar dados de consumo e comportamento alimentar dos animais de forma automática, individualizada, acurada e confiável. Estes equipamentos são dotados de comedouros que ficam apoiados sobre células de carga, o que possibilita o registro automático da quantidade de alimento oferecido e sobras, bem como a mensuração da dinâmica de ingestão de alimento pelos animais.

Assim,  $\text{CONSUMO} = \text{PESO INICIAL} - \text{PESO FINAL}$  e

$\text{DURAÇÃO DA INGESTÃO} = \text{HORA FINAL} - \text{HORA INICIAL}$ .

As informações descritas acima foram a base de todos os relatórios extraídos do sistema Integrado. Estas variáveis, depois de processados, formam outros consolidados, como: comportamento diário, consumo total por dia, taxa de consumo de alimento, horários preferenciais de alimentação, dentre outros.

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

Os animais foram pesados em jejum no início, meio e final do teste (dias 0, 35 e 70) em balança eletrônica True Test Modelo 3500. A taxa de crescimento individual dos animais, ganho diário médio (GDM), foi calculada através da divisão do ganho de peso durante o teste (Peso aos 70 dias – Peso no dia 0) pelo número de dias do teste. O peso corporal metabólico na metade do teste ( $\text{PVM}^{0,75}$ ) foi calculado elevando-se o peso vivo em jejum no dia 35 na potência 0,75. Diariamente, toda vez que os animais entravam nos cochos, foi gerado dado de consumo de alimentos. Esses dados foram corrigidos pelo teor de matéria seca obtido em cada semana e usados para gerar o dado médio de consumo de matéria seca individual.

O CAR é definido como a diferença entre a ingestão de matéria seca (IMS) medida e a IMS predita para atender os requerimentos energéticos de manutenção e crescimento (Koch, 1963). O CAR foi obtido através dos modelos de regressão múltipla base, abaixo descrito, e é considerado o erro das equações:

- $\text{IMS} = \beta_0 + \beta_1\text{GDM} + \beta_2\text{PVM} + \varepsilon_1$

Onde: IMS – Ingestão de matéria seca diária por animal (valor observado);  $\beta_0$  – intercepto;  $\beta_1$  – coeficiente parcial de regressão de IMS sobre GDM;  $\beta_2$  - coeficiente parcial de regressão de IMS sobre PVM;  $\epsilon_1$  – Resíduo que expressa o CAR. (Archer,1997)

- $IMS = \beta_0 + \beta_1 GDM + \beta_2 PVM + \beta_3 EGCf + \epsilon_2$

Onde: IMS – Ingestão de matéria seca diária por animal (valor observado);  $\beta_0$  – intercepto da regressão;  $\beta_1$  – coeficiente parcial de regressão de IMS sobre GDM;  $\beta_2$  - coeficiente parcial de regressão de IMS sobre PVM;  $\beta_3$  – coeficiente parcial de regressão de IMS sobre espessura de gordura subcutânea na costela final (EGCf);  $\epsilon_2$  – Resíduo que expressa o CAR corrigido para EGCf.

- $IMS = \beta_0 + \beta_1 GDM + \beta_2 PVM + \beta_3 EGPf + \epsilon_3$

Onde: IMS – Ingestão de matéria seca diária por animal (valor observado);  $\beta_0$  – intercepto da regressão;  $\beta_1$  – coeficiente parcial de regressão de IMS sobre GDM;  $\beta_2$  - coeficiente parcial de regressão de IMS sobre PVM;  $\beta_3$  – coeficiente parcial de regressão de IMS sobre espessura de gordura subcutânea na picanha final (EGPf);  $\epsilon_3$  – Resíduo que expressa o CAR corrigido para EGPf.

- $IMS = \beta_0 + \beta_1 GDM + \beta_2 PVM + \beta_3 EGC\&Pf + \epsilon_4$

Onde: IMS – Ingestão de matéria seca diária por animal (valor observado);  $\beta_0$  – intercepto da regressão;  $\beta_1$  – coeficiente parcial de regressão de IMS sobre GDM;  $\beta_2$  - coeficiente parcial de regressão de IMS sobre PVM;  $\beta_3$  – coeficiente parcial de regressão de IMS sobre a soma da espessura de gordura subcutânea na costela final e na picanha final (EGC&Pf);  $\epsilon_4$  – Resíduo que expressa o CAR corrigido para EGC&Pf.

Foram comparadas a equação original proposta por Koch (1963), e as demais, que consideram três diferentes medidas de gordura subcutânea no modelo. A inclusão de medidas de gordura no modelo é a forma de minimizar efeitos da deposição de gordura sobre a classificação de animais conforme a eficiência alimentar medida pelo CAR. Como os animais foram manejados em conjunto, as classificações e comparações das equações somente foram implicadas nas análises, sem gerar qualquer influência operacional no teste de consumo.

Os animais foram classificados e separados dentro do grupo contemporâneo, em grupos de alto CAR (maior que um desvio padrão acima da média), médio CAR (dentro de +/- um desvio padrão) e baixo CAR (maior que um desvio padrão abaixo da média) ( Mahler , 2016).

### 3.5 Avaliação de composição corporal

Foram avaliadas por ultrassonografia as características espessura de gordura subcutânea na costela (EGS), espessura de gordura subcutânea na picanha (EGP); área do músculo *longissimus* (AOL) e percentagem de gordura intramuscular (GIM). As avaliações foram feitas através de imagens geradas pelo equipamento de ultrassom Aloka SSD 500 V equipado com transdutor linear UST 5049 com frequência de 3,5 MHz. As imagens geradas para obtenção da AOL foram tomadas no espaço intercostal entre a 12a e 13a

costelas medindo a área do músculo *longissimus*. A EGS foi obtida a  $\frac{3}{4}$  da linha média do *longissimus*. No sítio anatômico, paralelamente aos ossos ílio e ísquio, no ponto de intersecção entre os músculos *Gluteus medius* e *Biceps femoris*, foi obtida a EGP. A estimativa da GIM foi o valor médio de quatro imagens, obtidas paralelamente a coluna vertebral sobre o músculo *longissimus* correspondente a área entre a 11<sup>a</sup>, 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas. 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 anatômica onde se realizará 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).

As imagens foram coletadas no início do teste (dia 0) e no final do teste (dia 70) de determinação do CAR.

Com base em estudos durante o desenvolvimento do projeto, foram calculadas outras duas características de eficiência alimentar, possíveis de serem analisadas a partir dos dados gerados no teste de consumo. Estas características são o ganho residual (GR) e o consumo e ganho residual (CGR).

### 3.6 Ganho residual

O GR é definido como a diferença entre o GMD observado e o GMD predito para o consumo de matéria seca (CMS) observado e peso vivo metabólico na metade do teste PVM. O GR foi obtido através dos modelos de regressão múltipla base, abaixo descrito, e foi considerado o erro das equações.

$$GDM = \beta_0 + \beta_1IMS + \beta_2PVM + \varepsilon_1$$

Onde: GMD– ganho diário médio do animal (valor observado);  $\beta_0$  – intercepto;  $\beta_1$  – coeficiente parcial de regressão de GMD sobre IMS;  $\beta_2$  - coeficiente parcial de regressão de GMD sobre PVM;  $\varepsilon_1$  – Resíduo que expressa o GR. (Favero,2015)

### 3.7 Consumo e ganho residual

O índice de consumo e ganho residual foi calculado ajustando CAR e GR para variância igual a 1. Para isso, foi dividida a distância dos dados em relação a média da característica pelo desvio padrão da mesma. Como a média de CAR e GR se aproximam de zero, o valor da característica foi dividido pelo desvio padrão. Depois, como o valor de CAR mais desejável é o mais negativo, os dados de CAR foram multiplicados por (-1) e somados aos valores de GR para a formação deste índice.

### 3.8 Análise estatística

As variáveis independentes foram as classes de CAR, CARegs, CARegsII e CARegsIII (alto, médio e baixo) para avaliar seu impacto sobre as

medidas de crescimento, composição corporal e eficiência alimentar. Inicialmente, foram testados os pressupostos da ANOVA usando o teste de Shapiro-Wilk para normalidade e teste de Levine para a homogeneidade dos dados. As análises dos dados coletados foram realizadas pelo procedimento GLM do SAS (Statistical Analysis System, versão 9.4). As médias foram comparadas pelo teste Tukey-kramer, a 5% de probabilidade.

Foram estabelecidas diferentes pressões de seleção de acordo com o percentual de animais escolhidos. Sendo pressão de seleção 30% quando escolhidos os animais que representavam os 30% melhor ranqueados para as características CAR e CARegs e comparadas nestas populações as médias de EGPf pelo procedimento GLM do SAS (Statistical Analysis System, versão 9.4). As médias foram comparadas pelo teste Tukey-kramer, a 5% de probabilidade. O mesmo foi realizado com as pressões de seleção 10% e 20%.

Foram estimadas as correlações fenotípicas entre as características de CAR, composição corporal por ultrassom, de crescimento e de eficiência alimentar 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.

As variáveis analisadas estão na Tabela 5

:

**Tabela 5** - Lista de variáveis analisadas e suas abreviaturas.

<b>Legenda</b>	<b>Variável</b>
<b>PVJd0</b>	Peso vivo em jejum no dia 0
<b>PVJd35</b>	Peso vivo em jejum no dia 35
<b>PVJd70</b>	Peso vivo em jejum no dia 70
<b>CMS</b>	Consumo de Matéria Seca
<b>GMD</b>	Ganho Médio Diário
<b>PVM</b>	Peso Vivo Metabólico
<b>EA</b>	Eficiência Alimentar
<b>EGCi</b>	Espessura de gordura na costela inicial
<b>EGCf</b>	Espessura de gordura na costela final
<b>GEGC</b>	Ganho em espessura de gordura na costela
<b>EGPi</b>	Espessura de gordura na picanha inicial
<b>EGPf</b>	Espessura de gordura na picanha final
<b>GEGP</b>	Ganho em espessura de gordura na picanha
<b>AOLi</b>	Área de olho de lombo inicial
<b>AOLf</b>	Área de olho de lombo final
<b>GAOL</b>	Ganho em área de olho de lombo
<b>GIMi</b>	Gordura intramuscular inicial

---

<b>GIMf</b>	Gordura intramuscular final
<b>GGIM</b>	Ganho em gordura intramuscular
<b>CAR</b>	Consumo alimentar residual
<b>CLASSE1</b>	Classificação quanto ao CAR
<b>CAREgs</b>	Consumo alimentar residual ajustado para EGCf
<b>CLASSE2</b>	Classificação quanto ao CAREgs
<b>CAREgsII</b>	Consumo alimentar residual ajustado para EGPF
<b>CLASSE3</b>	Classificação quanto ao CAREgsII
<b>CAREgsIII</b>	Consumo alimentar residual ajustado para soma de EGCf e
<b>CLASSE4</b>	Classificação quanto ao CAREgsIII
<b>GR</b>	Ganho de peso residual
<b>CLASSEGR</b>	Classificação quanto ao Ganho residual
<b>CGR</b>	Consumo e ganho residual
<b>CLASSECGR</b>	Classificação quanto ao consumo e ganho residual

---

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O CAR foi calculado com base na regressão do consumo de matéria seca observado (CMSobs) sobre o peso vivo metabólico no meio do teste (PVM) e sobre o ganho diário médio (GDM). Para CMSobs foram utilizadas as médias dos consumos diários observados durante os 70 dias do teste. Para PVM foram considerados os resultados do peso vivo em jejum no dia 35 (PVJd35) elevados à potência 0,75. O ganho médio diário foi calculado como a diferença entre o peso vivo em jejum no dia 70 e no dia 0 (PVJd70 – PVJd0) dividida pelo número de dias em teste (70). A regressão dos dados obtidos no teste de consumo gerou a seguinte equação:

$CMS_{obs} = 0,7835 + 0,5544(GMD) + 0,0596(PVM) + \varepsilon_1$ , onde  $\varepsilon_1$  equivale ao CAR. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) desta equação é 0,18.

Nos anexos, encontra-se a lista de animais e ranqueamento ordenado de forma crescente dos mais eficientes para os menos eficientes, bem como a classificação em baixo, médio e alto CAR.

A média da característica é zero com dados distribuídos entre os extremos -1,458 e 1,763 kg de MS. A distribuição normal dos dados foi confirmada pelo teste de Shapiro-Wilk. O desvio padrão da característica foi 0,762. A classificação nos níveis de CAR foi baseada em desvios em relação à média, sendo classificados como baixo CAR animais que apresentaram 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. Sendo assim, oito animais foram classificados em baixo CAR, quarenta e um em médio CAR e onze em alto CAR (Mahler, 2016).

Quando se corrige a regressão de cálculo do CAR com a inclusão da espessura de gordura na costela final (EGCf), a característica gerada é o CAR corrigido para espessura de gordura subcutânea (CARegs). A nova regressão gerou a seguinte equação:

$CMS_{obs} = 1,5021 + 0,4166(GMD) + 0,0378(PVM) + 0,1973(EGCf) + \varepsilon_2$ , onde  $\varepsilon_2$  equivale ao CARegs. O  $R^2$  desta equação foi 0,25.

O desvio padrão do CARegs foi 0,684, com amplitude entre -1,460 kg de MS e 1,399 kg de MS. A distribuição foi normal conforme teste de Shapiro-Wilk. No CARegs a classificação obtida foi oito animais com baixo CARegs, 37 com médio CARegs e 15 com alto CARegs. A tabela com o ranqueamento da característica CARegs encontra-se no anexo 4.

Também foram testadas equações com inclusão de outras medidas de espessura de gordura subcutânea. Quando a equação do CAR foi corrigida pela inclusão da medida EGPf gerou a seguinte equação:

$CMS_{obs} = 0,122 + 0,733(GMD) + 0,066(PVM) + 0,028(EGPf) + \varepsilon_3$ , onde  $\varepsilon_3$  equivale ao CARegsII, corrigido pela EGPf. O  $R^2$  desta equação foi 0,22.

Quando a equação do CAR foi corrigida pela inclusão da soma das medidas finais de gordura subcutânea na costela e picanha (EGC&Pf) gerou a seguinte equação:

$CMSobs = 0,380 + 0,632(GMD) + 0,058(PVM) + 0,049(EGC\&Pf) + \varepsilon_4$ , onde  $\varepsilon_4$  equivale ao CARegsIII, corrigido pela EGC&Pf. O  $R^2$  desta equação foi 0,24.

A equação corrigida pela inclusão da EGCf foi a que obteve maior coeficiente de determinação (0,25) e portanto o  $\varepsilon_2$  que equivale ao CARegs foi a característica comparada ao CAR quanto ao ranqueamento dos animais.

Na comparação dos dois ranqueamentos, houveram 55 trocas de posição, mas poucas trocas nas classificações. Um animal saiu do grupo de médio CAR e passou para baixo CARegs. Outros cinco animais saíram de médio CAR para alto CARegs e um passou de alto CAR para médio CARegs. Abaixo, segue a Tabela 6 comparativa dos ranqueamentos.

**Tabela 6** - Comparativo dos ranqueamento e classificações quanto aos níveis de CAR e CARegs.

ANIMAL	CAR	Classe	ordem	CARegs	classe egs	ordem
6183	-1,458	baixo	1	-1,460	baixo	1
6169	-0,992	baixo	7	-1,117	baixo	2
6023	-1,053	baixo	3	-0,983	baixo	3
6137	-1,036	baixo	5	-0,926	baixo	4
6111	-0,618	médio	13	-0,884	baixo	5
6097	-1,050	baixo	4	-0,826	baixo	6
6999	-0,974	baixo	8	-0,806	baixo	7
6043	-1,316	baixo	2	-0,714	baixo	8
6015	-0,652	médio	11	-0,681	médio	9
6997	-0,271	médio	27	-0,672	médio	10
6101	-0,589	médio	15	-0,653	médio	11
6095	-0,471	médio	21	-0,650	médio	12
6055	-0,515	médio	19	-0,615	médio	13
6093	-1,027	baixo	6	-0,608	médio	14
6053	-0,612	médio	14	-0,470	médio	15
6165	-0,755	médio	9	-0,469	médio	16
6019	-0,747	médio	10	-0,454	médio	17
6127	-0,552	médio	18	-0,451	médio	18
6085	-0,463	médio	22	-0,407	médio	19
6045	-0,386	médio	25	-0,404	médio	20
6197	-0,394	médio	24	-0,404	médio	21
6147	-0,365	médio	26	-0,397	médio	22
6133	0,001	médio	31	-0,379	médio	23
6163	-0,180	médio	28	-0,360	médio	24
6051	0,033	médio	33	-0,319	médio	25
6141	-0,588	médio	16	-0,316	médio	26

<b>6013</b>	-0,420	médio	23	-0,312	médio	27
<b>6005</b>	-0,632	médio	12	-0,287	médio	28
<b>6037</b>	-0,566	médio	17	-0,255	médio	29
<b>6069</b>	-0,487	médio	20	-0,160	médio	30
<b>6109</b>	0,266	médio	38	-0,060	médio	31
<b>6123</b>	0,023	médio	32	-0,045	médio	32
<b>6985</b>	-0,041	médio	29	-0,016	médio	33
<b>6189</b>	0,208	médio	37	0,016	médio	34
<b>6193</b>	-0,017	médio	30	0,048	médio	35
<b>6091</b>	0,273	médio	39	0,064	médio	36
<b>6113</b>	0,146	médio	35	0,133	médio	37
<b>6121</b>	0,055	médio	34	0,252	médio	38
<b>6009</b>	0,152	médio	36	0,301	médio	39
<b>6107</b>	0,622	médio	46	0,342	médio	40
<b>6991</b>	0,715	médio	48	0,343	médio	41
<b>6001</b>	0,647	médio	47	0,388	médio	42
<b>6049</b>	0,417	médio	40	0,517	médio	43
<b>6125</b>	0,477	médio	42	0,545	médio	44
<b>6077</b>	0,915	alto	53	0,643	médio	45
<b>6033</b>	0,484	médio	43	0,700	alto	46
<b>6065</b>	0,421	médio	41	0,718	alto	47
<b>6041</b>	0,750	médio	49	0,783	alto	48
<b>6993</b>	0,605	médio	45	0,785	alto	49
<b>6191</b>	0,599	médio	44	0,801	alto	50
<b>6157</b>	1,056	alto	55	0,807	alto	51
<b>6143</b>	0,858	alto	51	0,889	alto	52
<b>6161</b>	1,185	alto	57	0,924	alto	53
<b>6057</b>	0,818	alto	50	0,942	alto	54
<b>6171</b>	1,566	alto	59	0,971	alto	55
<b>6139</b>	0,943	alto	54	1,005	alto	56
<b>6145</b>	1,190	alto	58	1,046	alto	57
<b>6063</b>	0,875	alto	52	1,064	alto	58
<b>6195</b>	1,163	alto	56	1,137	alto	59
<b>6071</b>	1,763	alto	60	1,399	alto	60

Considerando uma pressão de seleção de 30%, ou seja, escolhendo os animais ranqueados como os 30% superiores em cada uma das equações, haveria uma divergência de seleção de 16,6%, ou 3 dos 18 animais selecionados. A espessura de gordura na picanha final (EGPf) média dos 18 animais selecionados pelo CAR seria de 4,7mm e dos 18 animais selecionados pelo CAREgs seria 5,2mm. Para uma pressão de seleção de 20%, haveria uma divergência de 33,3%, ou 4 dos 12 animais selecionados. A espessura de gordura média dos 12 animais selecionados pelo CAR seria de 4,3mm e dos 12 animais selecionados pelo CAREgs seria 5,2mm. Com 10% de pressão de seleção, haveria uma divergência de 33,3%, ou 2 dos 6 animais selecionados. A espessura de gordura média dos 6 animais selecionados pelo CAR seria de

3,9mm e dos 6 animais selecionados pelo CAREgs seria 5,4mm. Portanto, aumentando a pressão de seleção de 30% para 20% para 10%, as distâncias entre as médias dos animais selecionados para CAR e CAREgs aumentariam respectivamente de 0,5mm para 0,9mm para 1,5mm de espessura de gordura subcutânea na picanha final (EGPf). Mesmo que as diferenças nas espessuras de gordura subcutâneas dos animais selecionados em cada pressão de seleção, com os dados deste experimento, não tenham sido significativas, a diferença de 1,5mm encontrada na pressão de seleção 10% tem uma importância fisiológica e não deve ser desconsiderada. Talvez, possa ocorrer diferença estatística trabalhando-se com um número maior de animais selecionados na pressão 10%, e, portanto, este achado não pode ser negligenciado. O fato de ocorrer menos variações nas médias de espessura de gordura do CAREgs (5,419mm, 5,228mm e 5,151mm) nas diferentes pressões de seleção em relação às médias do CAR (3,895mm, 4,339mm e 4,671mm) é indicativo de que a inclusão das medidas de gordura para cálculo do CAR ajustado é recomendável.

A estatística descritiva das variáveis analisadas segue na Tabela 7 abaixo. Após, segue a Tabela 8 com o comparativo das médias das variáveis obtidas nos grupos de baixo, médio e alto CAR, seguida da Tabela 9 com o comparativo das médias das variáveis obtidas nos grupos de baixo, médio e alto CAREgs.

**Tabela 7 - Estatística descritiva das variáveis analisadas.**

<b>Variável</b>	<b>Media</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Desvio Padrão</b>
<b>PVJd0(kg)</b>	229,34	186,00	316,00	25,677
<b>PVJd35(kg)</b>	263,67	220,00	352,00	26,178
<b>PVJd70(kg)</b>	287,75	240,00	380,00	30,967
<b>CMSobs(kg/dia)</b>	5,07	3,47	7,46	0,863
<b>GMD(kg/dia)</b>	0,834	0,471	1,229	0,168
<b>PVM(kg)</b>	64,03	55,82	80,09	4,854
<b>EA(kgGDM/kgCMS)</b>	0,167	0,090	0,285	0,037
<b>EGCi(mm)</b>	2,544	1,270	3,810	0,639
<b>EGCf(mm)</b>	3,967	1,778	7,620	1,263
<b>GEGC(mm)</b>	1,422	-0,508	4,318	1,115
<b>EGPi(mm)</b>	2,667	1,270	4,826	0,831
<b>EGPf(mm)</b>	4,860	1,270	8,890	1,744
<b>GEGP(mm)</b>	2,193	-0,508	6,350	1,386
<b>AOLi(cm<sup>2</sup>)</b>	20,53	8,39	44,19	5,435
<b>AOLf(cm<sup>2</sup>)</b>	54,57	42,00	68,65	6,432
<b>GAOL(cm<sup>2</sup>)</b>	34,04	17,03	53,74	7,773
<b>GIMi(%)</b>	3,18	1,30	6,85	0,842

<b>GIMf(%)</b>	3,27	1,69	6,00	0,874
<b>GGIM(%)</b>	0,09	-1,51	1,41	0,670
<b>CAR(kg)</b>	-0,00	-1.46	1.76	0.762
<b>CAREgs(kg)</b>	0.00	-1.46	1.40	0.684
<b>GR(kg)</b>	0.00	-0.31	0.28	0.147
<b>CGR</b>	-0.00	-3.69	4.02	1.502

PVJd0-peso vivo em jejum no dia 0; PVJd35-peso vivo em jejum no dia 35; PVJd70- peso vivo em jejum no dia 70; CMSob-consumo de matéria seca observado; GDM-ganho diário médio; PVM-peso vivo metabólico EA-eficiência alimentar; EGCI-espessura de gordura na costela inicial; EGCF- espessura de gordura na costela final; GEGC-ganho em espessura de gordura na costela; EGPI-espessura de gordura na picanha inicial; EGPF-espessura de gordura na picanha final; GEGP-ganho em espessura de gordura na picanha; AOLi-área de olho de lombo inicial; AOLf-área de olho de lombo final; GAOL-ganho em área de olho de lombo; GIMI-gordura intramuscular inicial; GIMf-gordura intramuscular final; GGIM-ganho em gordura intramuscular; CAR-consumo alimentar residual; CAREgs-consumo alimentar residual ajustado a espessura de gordura subcutânea; GR-ganho residual; CGR-consumo e ganho residual.

**Tabela 8 - Comparação de médias dos grupos de CAR.**

<b>Variável</b>	<b>Baixo CAR</b>	<b>Médio CAR</b>	<b>Alto CAR</b>
<b>PVJd0(kg)</b>	227,63a	230,10a	227,73a
<b>PVJd35(kg)</b>	263,25a	264,02a	262,64a
<b>PVJd70(kg)</b>	288,13a	289,24a	281,91a
<b>CMS(kg/dia)</b>	3,98a	5,01b	6,11c
<b>GMD(kg/dia)</b>	0,86a	0,84a	0,78a
<b>PVM(kg)</b>	63,90a	64,19a	63,53a
<b>EA(kgGDM/kgCMS)</b>	0,22c	0,17b	0,13a
<b>EGCi(mm)</b>	2,32a	2,57a	2,63a
<b>EGCf(mm)</b>	3,34a	4,08a	4,02a
<b>GEGC(mm)</b>	1,02a	1,51a	1,39a
<b>EGPi(mm)</b>	2,10a	2,74ab	2,82b
<b>EGPf(mm)</b>	4,79a	4,97a	4,50a
<b>GEGP(mm)</b>	2,70a	2,23a	1,69a
<b>AOLi(cm<sup>2</sup>)</b>	20,23a	20,59a	2054a
<b>AOLf(cm<sup>2</sup>)</b>	53,96a	54,23a	56,26a
<b>GAOL(cm<sup>2</sup>)</b>	33,73a	33,64a	35,72a
<b>GIMI(%)</b>	3,14a	3,19a	3,18a
<b>GIMf(%)</b>	3,31a	3,31a	3,11a
<b>GGIM(%)</b>	0,18a	0,12a	-0,08a
<b>CAR(kg)</b>	-1,11a	-0,08b	1,12c
<b>CAREgs(kg)</b>	-0,93a	-0,08b	0,98c
<b>GR(kg)</b>	0,06a	0,01ab	-0,08b
<b>CGR</b>	1,77a	0,18b	-1,97c

Letras diferentes na mesma linha significam diferenças no teste T ( $p < 5\%$ ) PVJd0-peso vivo em jejum no dia 0; PVJd35-peso vivo em jejum no dia 35; PVJd70- peso vivo em jejum no dia 70; CMSob-consumo de matéria seca observado; GDM-ganho diário médio; PVM-peso vivo metabólico EA-eficiência alimentar; EGCI-espessura de gordura

na costela inicial; EGCF- espessura de gordura na costela final; GEGC-ganho em espessura de gordura na costela; EGPI-espessura de gordura na picanha inicial; EGPf-espessura de gordura na picanha final; GEGP-ganho em espessura de gordura na picanha; AOLi-área de olho de lombo inicial; AOLf-área de olho de lombo final; GAOL-ganho em área de olho de lombo; GIMI-gordura intramuscular inicial; GIMf-gordura intramuscular final; GGIM-ganho em gordura intramuscular; CAR-consumo alimentar residual; CAREgs-consumo alimentar residual ajustado a espessura de gordura subcutânea; GR-ganho residual; CGR-consumo e ganho residual.

**Tabela 9 - Comparação de médias dos grupos de CAREgs.**

<b>Variável</b>	<b>Baixo CAREgs</b>	<b>Médio CAREgs</b>	<b>Alto CAREgs</b>
<b>PVJd0(kg)</b>	226,12a	231,88a	224,80a
<b>PVJd35(kg)</b>	260,75a	265,13a	261,60a
<b>PVJd70(kg)</b>	284,62a	290,49a	282,67a
<b>CMS(kg/dia)</b>	3,97a	4,95b	5,97c
<b>GMD(kg/dia)</b>	0,83a	0,84a	0,83a
<b>PVM(kg)</b>	63,45a	64,45a	63,31a
<b>EA(kgGDM/kgCMS)</b>	0,21c	0,17b	0,14a
<b>EGCi(mm)</b>	2,60a	2,55a	2,49a
<b>EGCf(mm)</b>	3,68a	4,17a	3,61a
<b>GEGC(mm)</b>	1,08a	1,62a	1,12a
<b>EGPi(mm)</b>	2,54a	2,79a	2,42a
<b>EGPf(mm)</b>	5,52a	4,96a	4,25a
<b>GEGP(mm)</b>	2,98a	2,17a	1,83a
<b>AOLi(cm<sup>2</sup>)</b>	20,89a	20,97a	19,26a
<b>AOLf(cm<sup>2</sup>)</b>	56,40a	54,17a	54,58a
<b>GAOL(cm<sup>2</sup>)</b>	35,52a	33,19a	35,32a
<b>GIMI(%)</b>	3,24a	3,25a	2,98a
<b>GIMf(%)</b>	3,59a	3,33a	2,96a
<b>GGIM(%)</b>	0,35a	0,08a	-0,03a
<b>CAR(kg)</b>	-1,06a	-0,16b	0,95c
<b>CAREgs(kg)</b>	-0,96a	-0,17b	0,93c
<b>GR(kg)</b>	0,04a	-0,00a	-0,02a
<b>CGR</b>	1,67a	0,24b	-1,49c

Letras diferentes na mesma linha significam diferenças no teste T ( $p < 5\%$ ) PVJd0-peso vivo em jejum no dia 0; PVJd35-peso vivo em jejum no dia 35; PVJd70- peso vivo em jejum no dia 70; CMSob-consumo de matéria seca observado; GDM-ganho diário médio; PVM-peso vivo metabólico EA-eficiência alimentar; EGCi-espessura de gordura na costela inicial; EGCF- espessura de gordura na costela final; GEGC-ganho em espessura de gordura na costela; EGPI-espessura de gordura na picanha inicial; EGPf-espessura de gordura na picanha final; GEGP-ganho em espessura de gordura na picanha; AOLi-área de olho de lombo inicial; AOLf-área de olho de lombo final; GAOL-ganho em área de olho de lombo; GIMI-gordura intramuscular inicial; GIMf-gordura intramuscular final; GGIM-ganho em gordura intramuscular; CAR-consumo alimentar residual; CAREgs-consumo alimentar residual ajustado a espessura de gordura subcutânea; GR-ganho residual; CGR-consumo e ganho residual.

A comparação de médias das características de carcaça, desempenho e eficiência alimentar nos níveis de CARegslI e CARegslII obtidos com a inclusão de EGPf e EGC&Pf, respectivamente, nas equações descritas anteriormente, teve comportamento semelhante ao obtido pela comparação de médias dos níveis de CARegs. A equação que gerou o CARegs foi a que teve o maior coeficiente de determinação (0,25), seguida pela do CARegslII (0,24) e pela do CARegslI (0,22). Todas as equações com inclusão de medidas de gordura no modelo melhoraram o coeficiente de determinação com relação ao CAR (0,18). A maior evolução do coeficiente de determinação do CARegs pode ser explicado pelo fato de que a medida EGCf, utilizada nesta equação, foi a que mais se relacionou com o CAR (0,24). Ou seja, das medidas de gordura, foi a que mais impactou variações no CAR. Logo, a discussão a seguir terá por base o comparativo entre CAR e CARegs.

Com os dados deste trabalho, observamos uma diferença de 33,4% na média do CMS de animais com baixo CARegs em comparação com os animais de alto CARegs, para um mesmo desempenho.

Não houve diferença significativa entre os grupos de CAR e CARegs (baixo, médio e alto) para as medidas de peso (PVJ0, PVJ35, PVJ70 e PVM) e para medida de desempenho (GDM), indicando a independência do CAR para essas características, conforme já descrito por Lima et al., 2013, Arthur e Herd, 2008.

Não houve diferenças significativas pelo teste T no nível de significância de 0,05 ( $P < 0,05$ ) entre os grupos de CARegs nas características de composição corporal. Quando consideramos CAR, sem a inclusão de medidas de gordura na regressão, a EGPi foi menor no grupo de baixo CAR em relação ao grupo de alto CAR, (2,09mm x 2,81mm, respectivamente) indicando que animais que depositam gordura na picanha mais tardiamente, ou com menos deposição de gordura, podem ser mais eficientes. Esse resultado deve ser interpretado com cuidado, pois a categoria avaliada neste estudo foi de bezerras no pós-desmame, fase do crescimento em que os animais estão apenas iniciando a deposição de gordura, e este fato pode ter interferido no resultado estatístico, visto que as demais medidas de gordura na carcaça avaliadas (EGPf, GEGP, EGCi, EGCf, GEGC, GIMi, GIMf e GGIM) não apresentaram diferença. Em contrapartida, há suficientes relatos na literatura (Richardson et al., 2001; Basarab et al., 2003; Arthur et al., 2001<sup>a</sup>; Nkrumah et al., 2007a) indicando que a seleção baseada no CAR pode levar a seleção de animais com menos gordura em sua composição corporal. A correção para composição corporal, através da inclusão das medidas de gordura no modelo para cálculo do CARegs eliminou esta diferença aparente apenas no CAR. O CARegs torna-se independente das medidas de gordura, com correlações próximas a "0" com todas elas. Isso elimina o risco de selecionarmos fêmeas eficientes porém mais tardias na deposição de gordura e maturidade sexual. Este fato sugere que é recomendável a inclusão das medidas de gordura no modelo, para que o ranqueamento dos animais para programas de seleção genética não seja penalizado por efeito de diferença na deposição de gordura e composição corporal dos animais.

Quanto a AOL, não houve diferenças entre as classes de CAR e, tampouco, entre as classes de CARegs. Nkrumah et al. (2007a) também não encontraram diferença de AOL entre as classes da característica fenotípica CAR.

As diferenças obtidas entre os grupos de classificação de CAR e as características de consumo e eficiência eram respostas esperadas. Houve diferença entre os três níveis de CAR para CMS, EA, CARegs e CGR. O CMS é a variável determinante para o CAR e o esperado é que animais mais eficientes apresentem um menor consumo. Este fato é recorrente e confirmado por McGee et al. (2014) que ao avaliar a relação entre comportamento alimentar e CAR, em progênie de Red Angus, afirmaram que a diferença de CMS encontrada entre os níveis de CAR era esperada. A EA também é, em parte, determinada pelo CMS e a diferença entre as classificações de CAR é a resposta normalmente obtida. A principal diferença entre estas duas características é a independência do CAR em relação ao peso dos animais e ganho de peso. Já a EA apresenta correlação com o GDM e peso a idade adulta (Arthur et. al, 2001). No presente estudo, agrupando animais em níveis de baixa, média e alta EA, utilizando o mesmo critério de desvio padrão para a classificação, não houve diferença significativa da variável PVM entre os níveis de EA, conforme a Tabela 10.

**Tabela 10** - Comparação de média das variáveis PVM e GDM entre os níveis de EA.

Variável	Baixa EA	Média EA	Alta EA
<b>EA</b>	0,110a	0,165b	0,238c
<b>PVM</b>	65,012a	63,563a	66,147a
<b>GDM</b>	0,628a	0,830b	1,069c

Letras diferentes na mesma linha significam diferenças no teste T ( $p < 5\%$ ). EA-eficiência alimentar; PVM-peso vivo metabólico; GDM-ganho diário médio.

Já, quando observamos o GDM, há diferença entre os níveis de eficiência alimentar. Conforme Abreu Silva (2016), o ganho de peso pós-desmame tem correlação genética de 0,67 com o peso adulto. Logo, quando selecionamos por EA, estamos aumentando o tamanho adulto dos indivíduos selecionados, o que não é desejável para novilhas de reposição em sistemas pastoris.

Além dos níveis de CARegs não apresentarem diferença de GDM, O GR não apresentou diferença entre os níveis de CARegs confirmando a independência das medidas de CAR com o GDM, característica determinante para definição do GR.

Após a comparação de média entre as classificações de CAR e CARegs, foram analisadas as correlações entre todas as variáveis descritas anteriormente e consideradas as com nível de significância de 5%.

As variáveis de peso apresentaram alta correlação entre si (0,83 a 0,97). Este fato é positivo pois indica linearidade no desenvolvimento dos animais, reforçando a afirmação de Basarab et al (2003) que o crescimento dos bovinos é linear e, portanto, a regressão linear é adequada para modelar o crescimento de bovinos e para cálculo do CAR. O PVJ0 foi medianamente associado com EGCf (0,43), EGPI (0,44) e AOLf (0,49) mostrando uma relação com o padrão de acúmulo de gordura que será discutido a seguir. A relação com a AOLf indica que animais mais musculosos no final do teste de consumo, partiram de um PVJ0 ou desenvolvimento maior. PVJ35 apresentou média correlação com CMSobs (0,44), GEGC (0,48) e AOLf (0,46). O PVJ70 foi medianamente associado com CMSobs (0,45), GDM (0,6), EGCf (0,48) e GEGC (0,48). O PVM apresentou média correlação com CMSobs (0,45), EGCf (0,46) e GEGC (0,48). A partir da geração de dados de consumo, as pesagens passam a se relacionar com o CMS e, como esperado, com os dados de acúmulo de gordura e ganho de peso.

As variáveis de medidas de gordura subcutânea (EGCi, EGCf, GEGC, EGPI, EGPf e GECP) apresentaram correlações médias a altas entre si (0,44 a 0,88). Apenas a variável EGCi não está associada com o GEGC. O que pode ser explicado pela idade jovem dos animais (pós desmame), portanto, partiram de uma condição corporal inicial com pequena variação nesta característica. O GEGC foi determinado pela velocidade de acúmulo de gordura, portanto medianamente correlacionado com a EGCf. (0,47). As medidas de espessura de gordura na picanha aumentaram sua associação com as medidas de espessura na costela temporalmente em ambas medidas da picanha, Tabela 11. Isso sugere, segundo os dados do experimento, que a deposição de gordura apresenta um modelo de deposição caudal-torácico ocorrendo o acúmulo primeiramente na região da picanha. Portanto, a medida inicial na região caudal proximal (picanha) é mais indicada para prever medidas de acúmulo de gordura subcutânea em idade jovem.

**Tabela 11** - Correlações entre as medidas de gordura.

	<b>EGCi</b>	<b>EGCf</b>	<b>EGPI</b>	<b>EGPf</b>
<b>EGCi</b>	1	0,47*	0,48*	0,44*
<b>EGCf</b>		1	0,68*	0,77*
<b>EGPI</b>			1	0,62*
<b>EGPf</b>				1

\*p < 0,05; EGCi-espessura de gordura na costela inicial; EGCf- espessura de gordura na costela final; EGPI-espessura de gordura na picanha inicial; EGPf-espessura de gordura na picanha final

O coeficiente de correlação entre o GEGC (0,48) com as medidas de peso PVJ35, PVJ70 e PVM foi de média magnitude, indicando que animais mais desenvolvidos depositaram mais gordura subcutânea na costela. Esta mesma característica, também apresentou alta correlação com a EGCf (0,86) e associações de média magnitude com as medidas de gordura na picanha EGPI, EGPf e GEGP (0,49, 0,61 e 0,48, respectivamente).

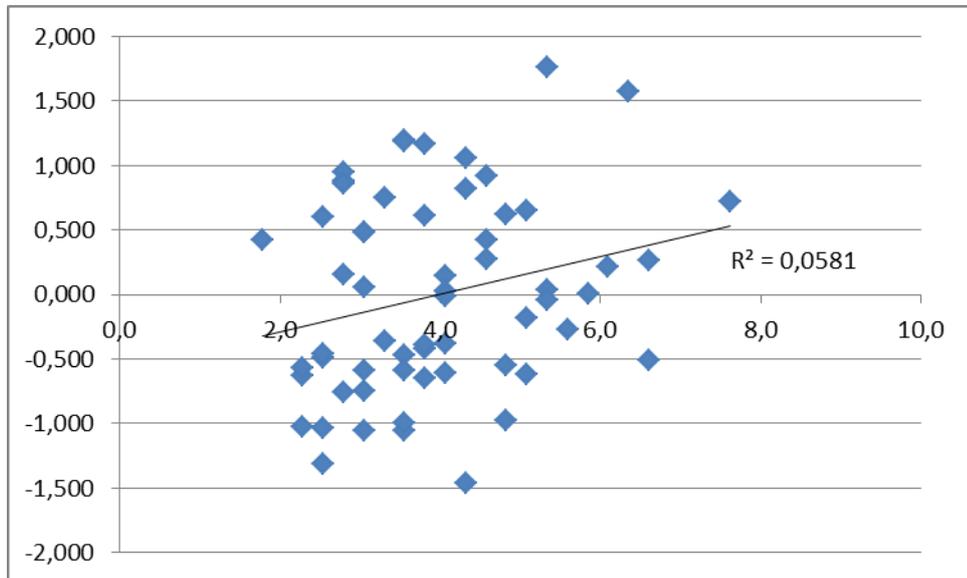
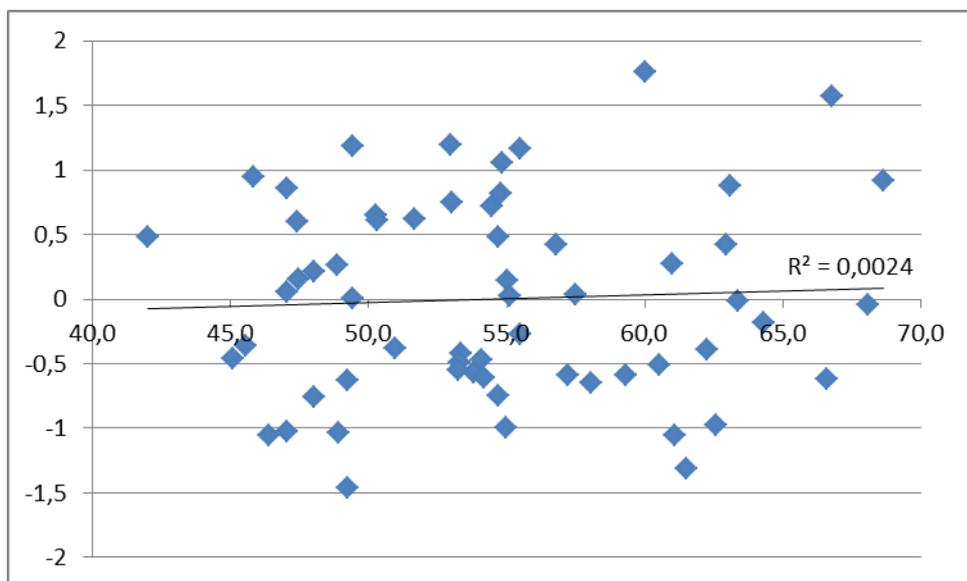
O GEGP teve média correlação com GDM (0,45), EGCf (0,56), GEGC (0,48) e GGIM (0,56) e alta correlação com EGPf (0,88).

Em função da pequena variação na espessura de gordura subcutânea na fase inicial (desmama), as medidas finais foram determinantes para o acúmulo de gordura (GEGC e GEGP); devido ao modelo de deposição tardia desta característica.

As correlações entre as medidas de gordura obtidas neste experimento são interessantes para entender o padrão de deposição de gordura em fêmeas jovens da raça Brangus. Porém, foram obtidas em um período curto de tempo (70 dias) e podem variar dependendo do período de avaliação, idade dos animais e sistema de alimentação.

Como esperado, o CAR e CARegs apresentaram altas correlações com o CMS (0,88 e 0,85, respectivamente) e não foram associados com o GDM e alterações de peso (PVJ0, PVJ35, PVJ70 e PVM); demonstrando independência com estas características de desempenho. Já o GR foi altamente associado com o GDM (0,88) e não com as características de CMSobs e medidas de peso corporal. O CGR, por se tratar de um índice que leva em consideração tanto CAR, quanto GR, foi medianamente associado com o CMSobs e GDM (0,56 e 0,58, respectivamente).

As associações entre as medidas de composição corporal e CAR foram de pequena magnitude e com valores de  $p > 0,05$ . Dentre elas, a maior relação foi da EGCf (0,24  $p = 0,06$ ). Essa relação mostra a tendência de redução de espessura de gordura subcutânea medida na costela ao selecionarmos animais com baixo CAR. Quando incluímos esta medida para o cálculo do CARegs, a correlação fica nula. Não houve associações entre a AOL e as medidas de eficiência alimentar CAR e CARegs. Todas as correlações com as medidas de AOL tiveram valores de  $p > 0,26$ . Abaixo, seguem a Figura 2 mostrando a dispersão dos dados de EGCf em relação ao CAR e a Figura 3 mostrando a dispersão dos dados de AOLf em relação ao CAR.

**Figura 2** - Gráfico de dispersão dos dados de CAR x EGCf.**Figura 3** - Gráfico de dispersão de CAR X AOLf.

Entre si, as medidas de eficiência alimentar obtiveram as seguintes correlações, conforme tabela abaixo:

**Tabela 12** - Correlações entre as medidas de eficiência alimentar.

	<b>EA</b>	<b>CAR</b>	<b>CAREgs</b>	<b>GR</b>	<b>CGR</b>
<b>EA</b>	1	-0,67*	-0,64*	0,80*	0,96*
<b>CAR</b>		1	0,95*	-0,13	-0,72*
<b>CAREgs</b>			1	-0,13	-0,75*
<b>GR</b>				1	0,75*
<b>CGR</b>					1

\*p < 0,05 EA-eficiência alimentar; CAR-consumo alimentar residual; CAREgs-consumo alimentar residual ajustado a espessura de gordura subcutânea; GR-ganho residual; CGR-consumo e ganho residual.

CAR foi altamente correlacionado com o CAREgs (0,95) corroborando com resultados já publicados que indicam variações de cerca de 5% devido a composição corporal (Richardson & Herd, 2004). As altas associações entre GR e CGR com EA (0,80 e 0,96, respectivamente), provavelmente refletem a relação do GR com GDM, e do CGR com CMS e GDM. Já as medidas de CAR foram medianamente correlacionadas com EA (-0,67 e -0,64) pois são independentes do GDM e estão relacionadas com o CMS. A alta correlação de CGR e EA (0,96) indica que a exemplo da EA, a seleção por CGR pode levar a seleção de animais de maior tamanho adulto e, portanto, maior manutenção. Muito embora, com os dados deste estudo, não ficou evidente uma associação da característica EA com as medidas de peso corporal de animais em desenvolvimento.

O CAREgs é a medida de eficiência alimentar mais adequada para seleção de fêmeas, pois é independente de medidas de peso e GDM que irão determinar o peso a idade adulta. Este fato é de grande relevância pois diminui o custo de manutenção dos animais. Como o rebanho de cria é a categoria que mais impacta no consumo de alimentos, este fato ajuda a contribuir na viabilidade econômica dos sistemas.

Programas de seleção baseados em quaisquer das medidas de CAR, devem ficar atentos para seleção de animais eficientes, mas que tenham pouco desempenho. Isso pode ser facilmente contornado fazendo um programa de seleção em dois estágios. Um inicial levando em conta os índices ou DEPs de desempenho e um segundo aplicando o teste de consumo para mensurar o CAR aos animais selecionados. Esta estratégia ajuda a reduzir o custo com a mensuração, pois faz uma pré-seleção, deixando um grupo menor para o teste de consumo.

## 5. CONCLUSÃO

A classificação do CAR não altera a composição corporal de novilhas Brangus. Não houve diferenças entre as características de composição corporal (espessura de gordura na costela e picanha, percentual de gordura intramuscular e AOL) ao final do teste de consumo entre as classificações de CAR, CARegs, CARegsII e CARegsIII.

Contudo, existe uma associação pequena do CAR com as medidas de gordura, especialmente com EGCf (0,24). Embora de pequena magnitude, e condizente com a bibliografia, essa correlação fenotípica pode levar, com o passar das gerações de animais selecionados para eficiência alimentar através do CAR, à redução da espessura de gordura subcutânea das progênes selecionadas. Somado a isso, o fato de a inclusão das medidas de gordura aumentarem o coeficiente de determinação das equações para cálculo do CARegs sugere que as mesmas sejam utilizadas nos modelos.

Neste estudo, a equação que mais explicou os dados foi a equação com a inclusão da EGCf com um  $R^2$  de 0,25, indicando que a medida de gordura que mais se relacionou com o CAR (0,24) gerou a equação corrigida para gordura subcutânea mais ajustada.

## REFERÊNCIAS

- ABIEC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. **Perfil da pecuária do Brasil: relatório anual 2016**. São Paulo: ABIEC, [2016]. Disponível em: [www.abiec.com.br](http://www.abiec.com.br). Acesso em: 28 mar. 2017.
- AOAC. **Official methods of analysis**. 16. ed. Washington, DC: AOAC, 1995.
- ARCHER, J.A. *et al.* Optimum postweaning test for measurement of growth rate, feed intake and feed efficiency in British breed cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 8, p. 2024-2032, 1997.
- 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**, Champaign, v. 79, n. 11, p. 2805-2811, 2001a.
- ARTHUR, P.F.; RENAND, G.; KRAUSS, D. Genetic and phenotypic relationships among different measures of growth and feed efficiency in young Charolais bulls. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 68, n. 2/3, p. 131-139, 2001b.
- ARTHUR, J. P.F.; HERD, R.M. Residual feed intake in beef cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, p. 269-279, 2008. Suplemento especial.
- 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.
- BERG, R.T.; BUTTERFIEL, R. M. **New concepts of cattle growth**. [New York]: John Wiley and Sons, 1978.
- BIF - BEEF IMPROVEMENT FEDERATION. **Guidelines for uniform beef improvement programs**. 9th ed. rev. Verona, MS: BIF, 2016. Disponível em: <http://beefimprovement.org/library-2/bif-guidelines>. Acesso em: 6 maio 2017.
- BOYKIN, C. A. *et al.* National beef quality audit–2016: in-plant survey of carcass characteristics related to quality, quantity, and value of fed steers and heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 95, n. 7, p. 2993-3002, 2017.
- BRELIN, B.; BRANNANG, E. Phenotypic and genetic variation in feed efficiency of growing cattle and their relationship with growth rate, carcass traits and metabolic efficiency. **Swedish Journal of Agricultural Research**, Stockholm, v. 12, p. 29-34, 1982.

CREWS JUNIOR, D. H. Genetics of efficient feed utilization and national cattle evaluation: a review. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 4, n. 2, p. 152-165, 2005.

FAVERO, R.; GOMES, R.C.; MIZUBUTI, I.Y. Implicações da seleção pelo consumo e ganho residual no desempenho e características de carcaça de bovinos da raça Brahman. *In*: BEEFEXPO, 2015, Foz do Iguaçu, Brasil. **Anais...** [Foz do Iguaçu: Safeway], 2015. p. 39-45.

HERD, R.M.; ODDY, V.H.; RICHARDSON, E.C. Biological basis for variation in residual feed intake in beef cattle. 1. Review of potential mechanisms. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v. 44, n. 5, p. 423-430, 2004.

HOQUE, M.A. *et al.* Genetic relationship between different measures of feed efficiency and its component traits in Japanese Black (Wagyu) bulls. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 99, n. 2/3, p. 111-118, 2006a.

HOQUE, M.A. *et al.* Genetic parameters for carcass traits of field progeny and their relationships with feed efficiency traits of their sire population for Japanese Black (Wagyu) cattle. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 100, n. 2/3, p. 251-260, 2006b.

KEMPESTER, A. J.; CUTHEBERTSON, A.; HARRINGTON, G. **Carcass evaluation in livestock breeding, production and marketing**. London: Granada Press, 1982. 300 p.

KENNEDY, B.W.; VAN DER WERF, J.H.; MEUWISSEN, T.H. Genetic and statistical properties of residual feed intake. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 12, p. 3239-3250, 1993.

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

KORVER, S. Genetic aspects of feed intake and feed efficiency in dairy cattle: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 20, n. 1, p. 1-13, 1988.

LANCASTER, P. A. *et al.* Characterization of feed efficiency traits and relationships with feeding behavior and ultrasound carcass traits in growing bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 4, p.1528-1539, 2009a. DOI:10.2527/jas.2008-1352.

LANCASTER, P. A. *et al.* Phenotypic and genetic relationships of residual feed intake with performance and ultrasound carcass traits in Brangus heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 12, p. 3887-3896, 2009b. DOI:10.2527/jas.2009-2041.

LAWRENCE, T. E. *et al.* Technical note: The United States Department of Agriculture beef yield grade equation requires modification to reflect the current longissimus muscle area to hot carcass weight relationship. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 6, p. 1434–1438, 2008.

LIMA, N. L. L.; PEREIRA, I. G.; RIBEIRO, J. S. Consumo alimentar residual como critério de seleção para eficiência alimentar. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 7, n. 4, p. 255-260, 2013.

MAHLER, L. E. **Recommended duration for evaluating feed intake and validating the residual feed intake model in Brangus Heifers**. 2016. Thesis (Degree of Master of Science) - Faculty of Auburn University, Auburn, 2016.

MAO, F. *et al.* Phenotypic and genetic relationships of feed efficiency with growth performance, ultrasound, and carcass merit traits in Angus and Charolais steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 5, p. 2067-2076, 2013. DOI: 10.2527/jas2012-5470.

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**, East Melbourne, v. 41, n. 7, p. 1013–1021, 2001.

MCGEE, M. *et al.* Relationships of feeding behaviors with average daily gain, dry matter intake, and residual feed intake in Red Angus–sired cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 92, n. 11, p. 5214–5221, 2014.

NIELSEN, M. K. *et al.* Review: life-cycle, total industry genetic improvement of feed efficiency in beef cattle: blueprint for beef improvement federation. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 29, n. 6, p. 559-565, 2013.

NKRUMAH, J.D. *et al.* Genetic and phenotypic relationships of feed intake and measures of efficiency with growth and carcass merit of beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 10, p. 2711-2720, 2007a.

NKRUMAH, J.D. *et al.* Primary genome scan to identify putative quantitative trait loci for feedlot growth rate, feed intake, and feed efficiency of beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 12, p. 3170-3181, 2007b.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements for beef cattle**. 8th ed. Washington, DC: National Academic Press/ National Academy of Science, 2016.

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. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v. 41, n. 7, p. 1065-1072, 2001.

RICHARDSON, E.C.; HERD, R.M. Biological basis for variation in residual feed intake in beef cattle. 2. Synthesis of results following divergent selection.

**Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v. 44, n. 5, p. 431-440, 2004.

ROBINSON, D. L.; ODDY, V. H. Genetic parameters for feed efficiency, fatness, muscle area and feeding behaviour of feedlot finished beef cattle.

**Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 90, n. 2/3, p. 255-270, 2004.

ROBINSON, P. H.; MEYER, D. **Total mixed ration (TMR) sampling protocol.**

Richmond, CA: University of California, 2010. (ANR Publication, 8413).

Disponível em: <http://anrcatalog.ucdavis.edu>. Acesso em: 30 jun. 2017.

SAKAMOTO, L. S. **Predição de rendimento de cortes cárneos e teor de gordura a partir de medidas de carcaça obtidas por ultrassonografia.**

2012. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Produção Animal Sustentável, Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, 2012.

SCHENKEL, F.S.; MILLER, S.P.; WILTON, J. W. Genetic parameters and breed differences for feed efficiency, growth, and body composition traits of young beef bulls.

**Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 84, n. 2, p. 177-185, 2004.

TAROUCO, J.U. **Utilização do ultra-som para predição de características de carcaça em bovinos.** 2004. 182 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition.

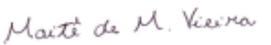
**Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583–3597, 1991.

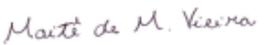
## ANEXO 1 – TABELA DE CORRELAÇÕES

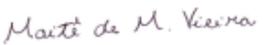
	PVJd0	PVJd35	PVJd70	CMSobs	GMD		PVM075	EA	EGCi		EGCf	GEGC	EGPi	EGPf	GEGP	AOLf	AOLi	GAOL	GIMi	GIMf	GGIM	CAR	CARegs	GR	CGR	
PVJd0	1,00	0,85**	0,93**	0,40	0,27		0,97**	0,06	0,11		0,43*	0,43	0,44*	0,34	0,17	0,49**	0,04	0,38	0,04	0,06	0,03	0,02	-0,01	0,20	0,13	
PVJd35		1,00	0,83**	0,44*	0,34		0,93**	0,01	0,01		0,42	0,48**	0,34	0,36	0,25	0,46*	0,05	0,34	0,05	0,12	0,09	0,04	0,08	0,08	0,11	
PVJd70			1,00	0,45*	0,60**		0,96**	0,21	0,11		0,48**	0,48**	0,35	0,41	0,31	0,39	0,04	0,35	0,04	0,06	0,12	0,01	-0,01	0,16	0,11	
CMSobs				1,00	0,31		0,45*	0,47*	0,17		0,44*	0,40	0,26	0,25	0,16	0,22	0,15	0,29	0,15	0,10	0,06	0,88**	0,85**	0,00	0,56**	
GMD					1,00		0,41	0,67**	0,06		0,31	0,32	0,04	0,34	0,45*	0,03	0,18	0,10	0,18	0,02	0,25	0,00	0,00	0,88**	0,58**	
PVM075							1,00	0,04	0,07		0,46*	0,48**	0,39	0,39	0,25	0,47*	0,02	0,38	0,02	0,08	0,08	0,00	0,02	0,05	0,05	
EA								1,00	0,10		0,05	0,00	0,24	0,10	0,27	0,19	0,06	-0,12	0,06	0,07	0,16	-	0,67**	-0,64*	0,80**	0,96**
EGCi									1,00		0,47*	-0,04	0,48**	0,44*	0,27	0,30	0,08	0,31	0,08	0,16	0,31	0,14	0,00	0,01	0,01	
EGCf											1,00	0,86**	0,68**	0,77**	0,56**	0,32	0,09	0,33	0,09	0,21	0,39	0,24	0,00	0,07	0,05	
GEGC												1,00	0,49**	0,61**	0,48**	0,19	0,06	0,20	0,06	0,15	0,27	0,19	0,00	0,09	0,06	
EGPi													1,00	0,62**	0,19	0,52**	0,11	0,35	0,11	0,33	0,30	0,13	-0,06	0,27	0,14	
EGPf														1,00	0,88**	0,34	0,17	0,40	0,17	0,27	0,56**	0,05	-0,12	0,16	0,19	
GEGP															1,00	0,12	0,27	0,29	0,27	0,14	0,53**	0,01	-0,12	0,37	0,32	
AOLf																1,00	0,15	0,72**	0,15	0,22	0,09	0,05	-0,02	0,28	0,17	
AOLi																	1,00	-0,58*	1,00**	0,70**	-0,35	0,14	-0,15	0,19	0,03	
GAOL																		1,00	0,58**	0,31	0,32	0,14	0,09	0,09	0,12	
GIMi																			1,00	0,70**	-0,35	0,14	-0,15	0,19	0,03	
GIMf																				1,00	0,43	0,15	-0,22	0,00	0,14	
GGIM																					1,00	0,01	-0,10	0,24	0,22	
CAR																						1,00	0,95*	0,13	-	0,72**
CARegs																							1,00	0,13	-	0,75**
GR																								1,00	0,75**	
CGR																									1,00	

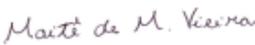
\*p < 0,0005 \*\*p < 0,00

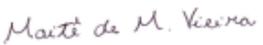
## **ANEXO 2 - ANÁLISES BROMATÓLOGICAS**

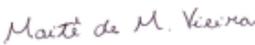
 <b>DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA</b> <b>LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL</b> <b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL</b>			<b>PROFESSOR DULPHE PINHEIRO MACHADO</b>					
<b>LAUDO DE ANÁLISES</b>								
Análise N.º: 20098P								
Cliente: Profº Tarouco/Lucio Carvalho								
Data de entrada: 14/09/2017								
Data de saída: 09/11/2017								
Material: Dieta Total - 07/09/2017								
			Materia Seca (%)			Seco ao Ar (%)		
Materia Seca			100,00			33,23		
Umidade						66,77		
Materia Orgânica			94,50			31,40		
Proteína Bruta			12,46			4,14		
Fibra Bruta			17,35			5,77		
Extrato Etéreo			5,72			1,90		
Cinzas			5,50			1,83		
Extrato Não Nitrogenado			58,97			19,60		
Cálcio								
Fósforo								
Atividade Ureática								
Solubilidade Protéica								
DGM (µm)								
FDN								
FDA								
Lignina								
pH								
Energia Bruta (kcal/kg)								
NDT			72,06			23,95		
<p>O cliente é responsável pela identificação e amostragem do material.  O resultado das análises é referente apenas à amostra enviada.</p>								
								
Profª. Maitê de Moraes Vieira Responsável Técnico								
			<b>LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL</b>			Av. Bento Gonçalves, 7712, Agronomia - Porto Alegre - RS		
			e-mail: lna@ufrgs.br			CEP: 91540-000 - Fone/Fax: (51) 3308 6057		
			www.ufrgs.br/agronomia/lna			(51) 3308 6048		

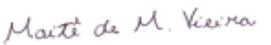
 <b>DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA</b> <b>LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL</b> <b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL</b>			 <b>DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA</b> <b>UFRGS</b>		
<b>PROFESSOR DULPHE PINHEIRO MACHADO</b>					
<b>LAUDO DE ANÁLISES</b>					
Análise N.º: 20225P					
Cliente: Profº Tarouco/Lucio Carvalho					
Data de entrada: 06/12/2017					
Data de saída: 15/01/2018					
Material: DTM confinamento14/09/2017					
	Materia Seca (%)		Seco ao Ar (%)		
Materia Seca	100,00		33,55		
Umidade			66,45		
Materia Orgânica	94,74		31,79		
Proteína Bruta	12,07		4,05		
Fibra Bruta	20,83		6,99		
Extrato Etéreo	5,12		1,72		
Cinzas	5,26		1,76		
Extrato Não Nitrogenado	56,72		19,03		
Cálcio					
Fósforo					
Atividade Ureática					
Solubilidade Protéica					
DGM (µm)					
FDN					
FDA					
Lignina					
pH					
Energia Bruta (kcal/kg)					
NDT	70,93		23,80		
<p>O cliente é responsável pela identificação e amostragem do material.  O resultado das análises é referente apenas à amostra enviada.</p>					
					
Profª. Maitê de Moraes Vieira Responsável Técnico					
					
<b>LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL</b> Av. Bento Gonçalves, 7712, Agronomia - Porto Alegre - RS e-mail: lna@ufrgs.br CEP: 91540-000 - Fone/Fax: (51) 3308 6057 www.ufrgs.br/agronomia/lna (51) 3308 6048					

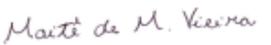
 <b>DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA</b> <b>LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL</b> UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL PROFESSOR DULPHE PINHEIRO MACHADO		 DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA UFRGS
<b>LAUDO DE ANÁLISES</b>		
Análise N.º: 20226P		
Cliente: Profº Tarouco/Lucio Carvalho		
Data de entrada: 06/12/2017		
Data de saída: 15/01/2018		
Material: DTM confinamento22/09/2017		
	Materia Seca (%)	Seco ao Ar (%)
Materia Seca	100,00	33,57
Umidade		66,43
Materia Orgânica	94,79	31,82
Proteína Bruta	13,38	4,49
Fibra Bruta	18,36	6,16
Extrato Etéreo	4,84	1,62
Cinzas	5,21	1,75
Extrato Não Nitrogenado	58,21	19,54
Cálcio		
Fósforo		
Atividade Ureática		
Solubilidade Protéica		
DGM (µm)		
FDN		
FDA		
Lignina		
pH		
Energia Bruta (kcal/kg)		
NDT	71,78	24,10
<p>O cliente é responsável pela identificação e amostragem do material.            O resultado das análises é referente apenas à amostra enviada.</p>		
		
Profª. Maitê de Moraes Vieira Responsável Técnico		
		
<b>LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL</b> Av. Bento Gonçalves, 7712, Agronomia - Porto Alegre - RS e-mail: lna@ufrgs.br CEP: 91540-000 - Fone/Fax: (51) 3308 6057 www.ufrgs.br/agronomia/lna (51) 3308 6048		

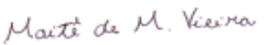
 <b>DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA</b> <b>LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL</b> UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL PROFESSOR DULPHE PINHEIRO MACHADO		 DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA UFRGS
<b>LAUDO DE ANÁLISES</b>		
Análise N.º: 20227P		
Cliente: Profº Tarouco/Lucio Carvalho		
Data de entrada: 06/12/2017		
Data de saída: 15/01/2018		
Material: DTM confinamento29/09/2017		
	Materia Seca (%)	Seco ao Ar (%)
Materia Seca	100,00	33,84
Umidade		66,16
Materia Orgânica	95,10	32,18
Proteína Bruta	12,82	4,34
Fibra Bruta	20,19	6,83
Extrato Etéreo	5,41	1,83
Cinzas	4,90	1,66
Extrato Não Nitrogenado	56,68	19,18
Cálcio		
Fósforo		
Atividade Ureática		
Solubilidade Protéica		
DGM (µm)		
FDN		
FDA		
Lignina		
pH		
Energia Bruta (kcal/kg)		
NDT	72,16	24,42
<p>O cliente é responsável pela identificação e amostragem do material.            O resultado das análises é referente apenas à amostra enviada.</p>		
		
Profª. Maitê de Moraes Vieira Responsável Técnico		
		
<b>LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL</b> Av. Bento Gonçalves, 7712, Agronomia - Porto Alegre - RS e-mail: lna@ufrgs.br CEP: 91540-000 - Fone/Fax: (51) 3308 6057 www.ufrgs.br/agronomia/lna (51) 3308 6048		

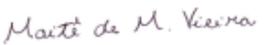
 <b>DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA</b> <b>LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL</b> UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL PROFESSOR DULPHE PINHEIRO MACHADO		 DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA UFRGS
<b>LAUDO DE ANÁLISES</b>		
Análise N.º: 20228P		
Cliente: Profº Tarouco/Lucio Carvalho		
Data de entrada: 06/12/2017		
Data de saída: 15/01/2018		
Material: DTM confinamento 05/10/2017		
	Materia Seca (%)	Seco ao Ar (%)
Materia Seca	100,00	33,32
Umidade		66,68
Materia Orgânica	94,43	31,46
Proteína Bruta	12,70	4,23
Fibra Bruta	19,84	6,61
Extrato Etéreo	6,39	2,13
Cinzas	5,57	1,86
Extrato Não Nitrogenado	55,50	18,49
Cálcio		
Fósforo		
Atividade Ureática		
Solubilidade Protéica		
DGM (µm)		
FDN		
FDA		
Lignina		
pH		
Energia Bruta (kcal/kg)		
NDT	73,78	24,58
<p>O cliente é responsável pela identificação e amostragem do material.            O resultado das análises é referente apenas à amostra enviada.</p>		
		
Profª. Maitê de Moraes Vieira Responsável Técnico		
		
<b>LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL</b> Av. Bento Gonçalves, 7712, Agronomia - Porto Alegre - RS e-mail: lna@ufrgs.br CEP: 91540-000 - Fone/Fax: (51) 3308 6057 www.ufrgs.br/agronomia/lna (51) 3308 6048		

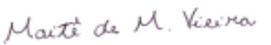
 <b>DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA</b> <b>LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL</b> UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL PROFESSOR DULPHE PINHEIRO MACHADO		 DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA UFRGS
<b>LAUDO DE ANÁLISES</b>		
Análise N.º: 20229P		
Cliente: Profº Tarouco/Lucio Carvalho		
Data de entrada: 06/12/2017		
Data de saída: 15/01/2018		
Material: DTM confinamento 12/10/2017		
	Materia Seca (%)	Seco ao Ar (%)
Materia Seca	100,00	31,65
Umidade		68,35
Materia Orgânica	94,82	30,01
Proteína Bruta	12,12	3,84
Fibra Bruta	20,08	6,36
Extrato Etéreo	4,81	1,52
Cinzas	5,18	1,64
Extrato Não Nitrogenado	57,81	18,30
Cálcio		
Fósforo		
Atividade Ureática		
Solubilidade Protéica		
DGM (µm)		
FDN		
FDA		
Lignina		
pH		
Energia Bruta (kcal/kg)		
NDT	70,78	22,40
<p>O cliente é responsável pela identificação e amostragem do material.            O resultado das análises é referente apenas à amostra enviada.</p>		
		
Profª. Maitê de Moraes Vieira Responsável Técnico		
		
<b>LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL</b> Av. Bento Gonçalves, 7712, Agronomia - Porto Alegre - RS e-mail: lna@ufrgs.br CEP: 91540-000 - Fone/Fax: (51) 3308 6057 www.ufrgs.br/agronomia/lna (51) 3308 6048		

 <b>DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA</b> <b>LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL</b> UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL PROFESSOR DULPHE PINHEIRO MACHADO		 DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA UFRGS
<b>LAUDO DE ANÁLISES</b>		
Análise N.º: 20230P		
Cliente: Profº Tarouco/Lucio Carvalho		
Data de entrada: 06/12/2017		
Data de saída: 15/01/2018		
Material: DTM confinamento 19/10/2017		
	Materia Seca (%)	Seco ao Ar (%)
Materia Seca	100,00	32,34
Umidade		67,66
Materia Orgânica	94,73	30,64
Proteína Bruta	13,94	4,51
Fibra Bruta	19,53	6,32
Extrato Etéreo	5,06	1,64
Cinzas	5,27	1,70
Extrato Não Nitrogenado	56,20	18,18
Cálcio		
Fósforo		
Atividade Ureática		
Solubilidade Protéica		
DGM (µm)		
FDN		
FDA		
Lignina		
pH		
Energia Bruta (kcal/kg)		
NDT	71,62	23,16
<p>O cliente é responsável pela identificação e amostragem do material.            O resultado das análises é referente apenas à amostra enviada.</p>		
		
Profª. Maitê de Moraes Vieira Responsável Técnico		
		
<b>LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL</b> Av. Bento Gonçalves, 7712, Agronomia - Porto Alegre - RS e-mail: lna@ufrgs.br CEP: 91540-000 - Fone/Fax: (51) 3308 6057 www.ufrgs.br/agronomia/lna (51) 3308 6048		

 <b>DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA</b> <b>LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL</b> <b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL</b>			<b>PROFESSOR DULPHE PINHEIRO MACHADO</b>					
<b>LAUDO DE ANÁLISES</b>								
Análise N.º: 20231P								
Cliente: Profº Tarouco/Lucio Carvalho								
Data de entrada: 06/12/2017								
Data de saída: 15/01/2018								
Material: DTM confinamento 26/10/2017								
			Materia Seca (%)			Seco ao Ar (%)		
Materia Seca			100,00			33,74		
Umidade						66,26		
Materia Orgânica			94,55			31,90		
Proteína Bruta			12,16			4,10		
Fibra Bruta			17,55			5,92		
Extrato Etéreo			4,33			1,46		
Cinzas			5,45			1,84		
Extrato Não Nitrogenado			60,51			20,42		
Cálcio								
Fósforo								
Atividade Ureática								
Solubilidade Protéica								
DGM (µm)								
FDN								
FDA								
Lignina								
pH								
Energia Bruta (kcal/kg)								
NDT			70,84			23,90		
<p>O cliente é responsável pela identificação e amostragem do material.  O resultado das análises é referente apenas à amostra enviada.</p>								
								
Profª. Maitê de Moraes Vieira Responsável Técnico								
			<b>LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL</b>			Av. Bento Gonçalves, 7712, Agronomia - Porto Alegre - RS		
			e-mail: lna@ufrgs.br			CEP: 91540-000 - Fone/Fax: (51) 3308 6057		
			www.ufrgs.br/agronomia/lna			(51) 3308 6048		

 <b>DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA</b> <b>LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL</b> UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL PROFESSOR DULPHE PINHEIRO MACHADO		 DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA UFRGS
<b>LAUDO DE ANÁLISES</b>		
Análise N.º: 20232P		
Cliente: Profº Tarouco/Lucio Carvalho		
Data de entrada: 06/12/2017		
Data de saída: 15/01/2018		
Material: DTM confinamento 03/11/2017		
	Materia Seca (%)	Seco ao Ar (%)
Materia Seca	100,00	33,53
Umidade		66,47
Materia Orgânica	94,80	31,79
Proteína Bruta	13,39	4,49
Fibra Bruta	17,96	6,02
Extrato Etéreo	5,13	1,72
Cinzas	5,20	1,74
Extrato Não Nitrogenado	58,32	19,55
Cálcio		
Fósforo		
Atividade Ureática		
Solubilidade Protéica		
DGM (µm)		
FDN		
FDA		
Lignina		
pH		
Energia Bruta (kcal/kg)		
NDT	72,59	24,34
<p>O cliente é responsável pela identificação e amostragem do material.            O resultado das análises é referente apenas à amostra enviada.</p>		
		
Profª. Maitê de Moraes Vieira Responsável Técnico		
		
<b>LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL</b> Av. Bento Gonçalves, 7712, Agronomia - Porto Alegre - RS e-mail: lna@ufrgs.br CEP: 91540-000 - Fone/Fax: (51) 3308 6057 www.ufrgs.br/agronomia/lna (51) 3308 6048		

 <b>DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA</b> <b>LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL</b> UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL PROFESSOR DULPHE PINHEIRO MACHADO		 DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA UFRGS
<b>LAUDO DE ANÁLISES</b>		
Análise N.º: 20233P		
Cliente: Profº Tarouco/Lucio Carvalho		
Data de entrada: 06/12/2017		
Data de saída: 15/01/2018		
Material: DTM confinamento 10/11/2017		
	Materia Seca (%)	Seco ao Ar (%)
Materia Seca	100,00	31,39
Umidade		68,61
Materia Orgânica	94,26	29,59
Proteína Bruta	13,00	4,08
Fibra Bruta	18,09	5,68
Extrato Etéreo	4,75	1,49
Cinzas	5,74	1,80
Extrato Não Nitrogenado	58,42	18,34
Cálcio		
Fósforo		
Atividade Ureática		
Solubilidade Protéica		
DGM (µm)		
FDN		
FDA		
Lignina		
pH		
Energia Bruta (kcal/kg)		
NDT	71,20	22,35
<p>O cliente é responsável pela identificação e amostragem do material.            O resultado das análises é referente apenas à amostra enviada.</p>		
		
Profª. Maitê de Moraes Vieira Responsável Técnico		
		
<b>LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL</b> Av. Bento Gonçalves, 7712, Agronomia - Porto Alegre - RS e-mail: lna@ufrgs.br CEP: 91540-000 - Fone/Fax: (51) 3308 6057 www.ufrgs.br/agronomia/lna (51) 3308 6048		

 <b>DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA</b> <b>LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL</b> <b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL</b>			<b>PROFESSOR DULPHE PINHEIRO MACHADO</b>					
<b>LAUDO DE ANÁLISES</b>								
Análise N.º: 20234P								
Cliente: Profº Tarouco/Lucio Carvalho								
Data de entrada: 06/12/2017								
Data de saída: 15/01/2018								
Material: DTM confinamento 18/11/2017								
			Materia Seca (%)			Seco ao Ar (%)		
Materia Seca			100,00			39,33		
Umidade						60,67		
Materia Orgânica			95,89			37,71		
Proteína Bruta			12,54			4,93		
Fibra Bruta			14,03			5,52		
Extrato Etéreo			4,92			1,94		
Cinzas			4,11			1,62		
Extrato Não Nitrogenado			64,40			25,33		
Cálcio								
Fósforo								
Atividade Ureática								
Solubilidade Protéica								
DGM (µm)								
FDN								
FDA								
Lignina								
pH								
Energia Bruta (kcal/kg)								
NDT			75,19			29,57		
<p>O cliente é responsável pela identificação e amostragem do material.  O resultado das análises é referente apenas à amostra enviada.</p>								
								
Profª. Maitê de Moraes Vieira Responsável Técnico								
			<b>LABORATÓRIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL</b>			Av. Bento Gonçalves, 7712, Agronomia - Porto Alegre - RS		
			e-mail: lna@ufrgs.br			CEP: 91540-000 - Fone/Fax: (51) 3308 6057		
			www.ufrgs.br/agronomia/lna			(51) 3308 6048		

**ANEXO 3 -RANQUEAMENTO E CLASSIFICAÇÃO QUANTO AOS NÍVEIS DE  
CAR.**

<b>Animal</b>	<b>CAR (kg de MS)</b>	<b>Classificação</b>
6183	-1,458	baixo
6043	-1,316	baixo
6023	-1,053	baixo
6097	-1,050	baixo
6137	-1,036	baixo
6093	-1,027	baixo
6169	-0,992	baixo
6999	-0,974	baixo
6165	-0,755	médio
6019	-0,747	médio
6015	-0,652	médio
6005	-0,632	médio
6111	-0,618	médio
6053	-0,612	médio
6101	-0,589	médio
6141	-0,588	médio
6037	-0,566	médio
6127	-0,552	médio
6055	-0,515	médio
6069	-0,487	médio
6095	-0,471	médio
6085	-0,463	médio
6013	-0,420	médio
6197	-0,394	médio
6045	-0,386	médio
6147	-0,365	médio
6997	-0,271	médio
6163	-0,180	médio
6985	-0,041	médio
6193	-0,017	médio
6133	0,001	médio
6123	0,023	médio
6051	0,033	médio
6121	0,055	médio
6113	0,146	médio
6009	0,152	médio
6189	0,208	médio
6109	0,266	médio
6091	0,273	médio
6049	0,417	médio
6065	0,421	médio
6125	0,477	médio
6033	0,484	médio
6191	0,599	médio

<b>6993</b>	0,605	médio
<b>6107</b>	0,622	médio
<b>6001</b>	0,647	médio
<b>6991</b>	0,715	médio
<b>6041</b>	0,750	médio
<b>6057</b>	0,818	alto
<b>6143</b>	0,858	alto
<b>6063</b>	0,875	alto
<b>6077</b>	0,915	alto
<b>6139</b>	0,943	alto
<b>6157</b>	1,056	alto
<b>6195</b>	1,163	alto
<b>6161</b>	1,185	alto
<b>6145</b>	1,190	alto
<b>6171</b>	1,566	alto
<b>6071</b>	1,763	alto

**ANEXO 4. RANQUEAMENTO E CLASSIFICAÇÃO QUANTO AOS NÍVEIS DE CAREGS.**

<b>ANIMAL</b>	<b>ordem</b>	<b>CAR egs</b>	<b>classe egs</b>
6183	1	-1,460	baixo
6169	2	-1,117	baixo
6023	3	-0,983	baixo
6137	4	-0,926	baixo
6111	5	-0,884	baixo
6097	6	-0,826	baixo
6999	7	-0,806	baixo
6043	8	-0,714	baixo
6015	9	-0,681	medio
6997	10	-0,672	medio
6101	11	-0,653	medio
6095	12	-0,650	medio
6055	13	-0,615	medio
6093	14	-0,608	medio
6053	15	-0,470	medio
6165	16	-0,469	medio
6019	17	-0,454	medio
6127	18	-0,451	medio
6085	19	-0,407	medio
6045	20	-0,404	medio
6197	21	-0,404	medio
6147	22	-0,397	medio
6133	23	-0,379	medio
6163	24	-0,360	medio
6051	25	-0,319	medio
6141	26	-0,316	medio
6013	27	-0,312	medio
6005	28	-0,287	medio
6037	29	-0,255	medio
6069	30	-0,160	medio
6109	31	-0,060	medio
6123	32	-0,045	medio
6985	33	-0,016	medio
6189	34	0,016	medio
6193	35	0,048	medio
6091	36	0,064	medio
6113	37	0,133	medio
6121	38	0,252	medio
6009	39	0,301	medio
6107	40	0,342	medio
6991	41	0,343	medio
6001	42	0,388	medio
6049	43	0,517	medio
6125	44	0,545	medio
6077	45	0,643	medio
6033	46	0,700	alto
6065	47	0,718	alto
6041	48	0,783	alto
6993	49	0,785	alto
6191	50	0,801	alto

<b>6157</b>	51	0,807	alto
<b>6143</b>	52	0,889	alto
<b>6161</b>	53	0,924	alto
<b>6057</b>	54	0,942	alto
<b>6171</b>	55	0,971	alto
<b>6139</b>	56	1,005	alto
<b>6145</b>	57	1,046	alto
<b>6063</b>	58	1,064	alto
<b>6195</b>	59	1,137	alto
<b>6071</b>	60	1,399	alto