

CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL: UMA ALTERNATIVA PARA AUMENTAR A SUSTENTABILIDADE PECUÁRIA

Daniel Augusto Barreta¹

Cleverson Pércio²

Edpool Rocha Silva³

RESUMO

A alimentação animal sempre foi tida como um dos fatores que mais interfere na rentabilidade do sistema de produção, neste escopo o uso da eficiência alimentar como critério de seleção é uma forma de melhorar o resultado financeiro da atividade pecuária. Isso tem motivado a pesquisa científica nos últimos 50 anos, e muito fora descoberto ao longo destas cinco décadas. Neste sentido, a presente revisão tem como objetivo retratar o estado da arte atual sobre o tema. Quanto ao desempenho produtivo, este é semelhante entre os animais, contudo o consumo é menor para aqueles tidos como consumo alimentar residual (CAR) negativos, esta característica é considerável quanto ao aspecto econômico. A qualidade de carne é semelhante entre as classes de animais, porém com resultados incipientes de melhora do perfil de ácidos graxos para os animais CAR negativo, além disto, estes animais tendem a ter menor emissão de gases de efeito estufa (GEE) por Kg CO₂ equivalente. Sua aplicabilidade nos programas de seleção é crescente, porém ainda necessita de maior solidez dos resultados para aplicação em grande escala, principalmente para animais criados à base de pasto.

Palavras-chave: Eficiência. Gases de efeito estufa. Qualidade de carne.

1 INTRODUÇÃO

A alimentação perfaz um dos maiores custos na produção animal, por consequência é um dos fatores que mais interfere na lucratividade da atividade pecuária, deste modo, a melhoria, mesmo que modesta, da eficiência de utilização dos alimentos pode representar ganhos substanciais em termos econômicos (BARWICK et al., 2018; KENNEDY et al., 1993). Isso tem instigado muitos pesquisadores a prover esforços em desenvolver estratégias que melhorem esta eficiência.

Na bovinocultura de corte, este tema parece ter sido abordado com mais ênfase a primeira vez por Koch et al. (1963) que a partir dos dados de consumo e ganho de peso de 1324 bovinos observaram diferenças na eficiência do uso do alimento, segundo os autores cerca de 38% da variação no ganho de peso pode ser atribuída às diferenças genéticas na eficiência alimentar, além disso os autores ainda afirmaram que a seleção para consumo

¹ Zootecnista (UDESC), mestrando em Zootecnia (PPGZOO). E-mail: daniel_barretta@hotmail.com.

² Zootecnista (UDESC), mestrando em Zootecnia (PPGZOO). E-mail: cleversonpercio@hotmail.com.

³ Zootecnista (UDESC), mestrando em Zootecnia (PPGZOO). E-mail: epoow@gmail.com.

levaria a um maior ganho de peso e maior consumo de alimento, no entanto, não levaria a nenhuma melhoria na eficiência alimentar. Estudos como este foram os responsáveis por direcionar novas pesquisas sobre o tema, que mais tarde seria descrito como consumo alimentar residual (CAR), em inglês “*residual feed intake*” (RFI).

O CAR é definido como a diferença entre o consumo alimentar real e o consumo alimentar predito com base no peso corporal e ganho de peso esperado. Deste modo, os animais mais eficientes, ou seja, que ingeriram menor quantidade de alimento em relação ao pré-estabelecido são considerados CAR negativos, enquanto os animais CAR positivos são aquele que consumiram uma quantidade maior de alimento em relação ao consumo predito para um determinado ganho de peso, ou seja, menos eficientes.

Os primeiros resultados de pesquisas que tiveram como figura de estudo o CAR (*residual feed intake*) foram publicados no início da década de 90, foram estudados os parâmetros genéticos que poderiam afetar a eficiência alimentar dos bovinos assim como a herdabilidade da característica para vacas holandesas (KENNEDY et al., 1993; VEERKAMP et al., 1995). Além disto, o conceito também foi aplicado para suinocultura, Haer et al. (1993) analisaram a relação entre o CAR e o desempenho de suínos em fase de crescimento. Com o passar do tempo, as razões que explicam as variações no CAR começaram a ser elucidadas.

Archer et al. (1999) elaboraram uma revisão na qual apontaram os motivos relacionados a variação na eficiência alimentar, como a composição corporal, nível de atividade física, proporção de órgãos viscerais e eficiência de digestão. Mais tarde, Richardson e Herd (2014) tomaram por base touros Angus oriundos de uma única geração de seleção para alto e baixo CAR para quantificar a contribuição de cada uma destas variáveis já previamente citadas, segundo os autores as variáveis retenção de gordura e proteína no corpo, digestão dos alimentos, padrões de alimentação, incremento calórico, atividade dos animais e o turno ver proteico explicaram respectivamente 5, 10, 2, 9, 10 e 37% da variação no CAR, quantos aos demais 27%, os autores atribuíram a outros processos ainda não mensurados na época da publicação.

Neste intuito, Herd e Arthur (2009) buscaram explicar as bases fisiológicas que explicam a diferença na eficiência alimentar de bovinos, quanto ao consumo de ração, os animais menos eficientes apresentam um incremento calórico maior, além disto, como consomem mais alimento, acabam por ter um custo energético para digestão superior, somado a isto, animais mais eficientes além de ingerirem menor quantidade de material orgânico apresentam melhor capacidade de digestão. Quanto a composição corporal, mesmo que o custo energético para depositar gordura e proteína seja distinto, este fator parece contribuir de forma

modesta nos resultados do CAR, a atividade física dos animais também é um ponto a ser considerado, animais mais ativos, leia-se, movimentação mais rápida, frequência de visita ao comedouro e ruminação, tendem a ter maior custo energético de manutenção, por fim, correlacionado com a atividade física, a termoregulação é um aspecto importante, haja visto que a perda de calor por evapotranspiração é a principal rota de perda de calor pelos ruminantes.

Os autores ainda complementam a importância de se incluir o CAR nos programas de seleção como ferramenta indireta de melhorar estes aspectos e a necessidade de complementar as explicações fisiológicas com as informações genéticas, de modo a obter animais superiores.

Depois desta retomada temporal da evolução da pesquisa científica acerca do CAR, a presente revisão tem o objetivo de retratar o estado da arte sobre o tema, com ênfase nas consequências e perspectivas da seleção genética de animais mais eficientes, principalmente em termos de mitigar gases de efeito estufa (GEE).

2 DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DE CARNE

Como a alimentação é o custo que mais onera a produção de bovinos de corte (BARWICK et al., 2018) a seleção de animais que consomem menos alimento (CAR negativo) que o preestabelecido por estimativas de consumo pode ser um passo importante para ganhos produtivos e econômicos na cadeia de bovinos de corte. Neste sentido, muitas pesquisas têm sido realizadas para avaliar a performance entre bovinos de corte com CAR positivo e negativo.

Pereira et al. (2016) realizaram dois experimentos em condições brasileiras nos quais foram utilizados o total de 108 touros Nelore, estes animais foram classificados mediante o CAR já pré-estabelecido, em alto, médio e baixo CAR, no primeiro experimento os animais foram adaptados à dieta por sete dias e permaneceram no confinamento por mais 94 dias, o mesmo procedimento foi adotado no experimento seguinte, contudo os animais permaneceram apenas 84 dias, o critério para abate foi a espessura de gordura subcutânea média de 4m.

As dietas experimentais eram baseadas na mistura de bagaço de cana, milho quebrado e farelo de soja. O desempenho produtivo dos animais foi semelhante entre as classes alta, médio e baixo CAR em termos de peso final (484,04; 489,48; 474,74) e ganho médio diário (1,14; 1,25; 1,16) respectivamente. Já o consumo de matéria seca (kg/dia) foi diferente ($P < 0,01$) entre os tratamentos (10,1; 9,5; 8,2), logo, a diferença de consumo diário entre os animais mais e menos eficientes foi de 1,8 kg/dia, estas diferenças podem impactar no resultado econômico do confinamento, pois as diferenças de consumo chegam a 20%, contudo o aspecto econômico não foi avaliado pelos autores.

Embora os resultados produtivos ou realmente financeiros sejam importantes, é necessário que o produto final destes animais, leia-se carne, tenha um padrão aceitável de qualidade, ou seja, não seja comprometido pelo fato dos animais serem mais ou menos eficientes na conversão da dieta em peso vivo.

Mediante tal necessidade Fidelis et al. (2017) avaliaram em condições brasileiras a qualidade de carne de 127 touros Nelore selecionados para CAR positivo e negativo em um total de cinco experimentos. Os animais permaneceram no confinamento por 98 dias (28 dias de adaptação + 70 dias de coleta de dados) e receberam dietas distintas em cada um dos cinco experimentos, foram analisadas as variáveis de ganho de peso diário, peso de corpo vazio, peso da carcaça quente e fria, comprimento e profundidade de carcaça, espessura de gordura subcutânea, área de olho de lombo, peso de órgãos (fígado, rins, trato gastrointestinal), proporção de cortes primários, teor de colágeno na carcaça e força de cisalhamento. Todas estas variáveis não foram influenciadas ($P < 0,05$) pelo CAR dos animais, contudo a ingestão de matéria seca destes grupos foi distinta ($P < 0,01$), animais CAR negativo consumiram 0,479 kg/dia a menos que o consumo predito, enquanto os animais CAR positivo consumiram 0.483 kg/dia a mais que o consumo predito. Desta forma, os autores foram enfáticos em concluir que os animais mais eficientes não exibiram prejuízos em termos de produção e qualidade de carne.

Para uma avaliação intrínseca da qualidade da carne, foram correlacionados os dados genéticos de 1351 novilhos no Canadá, as correlações estabelecidas foram entre características relacionadas à eficiência alimentar e os 25 principais ácidos graxos da carne. Os animais foram abatidos quando atingiram 9 a 10 mm de espessura de gordura subcutânea (EGS) e as amostras para avaliação da composição dos ácidos graxos retiradas do tecido adiposo subcutâneo sobrejacente ao músculo *longissimus lumborum*. Foram encontradas algumas correlações interessantes entre o CAR e alguns ácidos graxos insaturados (AGI), animais mais eficientes tem menor teor de AGI ômega-6, o que conduz a uma melhor relação ômega 6:3, além disto apresentam maior teor de ácido palmitoleico (9c-16:1), que é considerado benéfico a saúde humana. Dentro deste escopo, animais que consumiram maior quantidade de matéria seca (logo, considerados CAR positivo) apresentaram correlação negativa (-0.45 ± 0.21) com a soma dos isômeros de ácido linoleico conjugado (CLA), que é veementemente atrelado a uma alimentação mais saudável. Desta forma, mesmo que os resultados ainda sejam incipientes a inclusão do CAR nos índices de seleção de bovinos de corte pode promover uma melhora no perfil de ácidos graxos da carne bovina (ZHANG et al., 2017).

Dentro deste escopo, porém ao comparar suínos de alto e baixo CAR, fora avaliado a

composição nutricional em termos de teor de ácidos graxos (mg/100g de carne) do músculo *longissimus thoracis*, de maneira geral os animais mais eficientes apresentaram menor quantidade de gordura, com quantidades significativamente menores de ácidos graxos saturados e monoinsaturados, contudo os ácidos graxos poli-insaturados permaneceram iguais, logo, o perfil nutricional de suínos com CAR negativo foi considerado mais benéfico para alimentação humana (HORODYSKA et al., 2018).

2.1 MITIGAÇÃO DE GEE

Como já fora citado no tópico anterior, a qualidade nutricional da carne é extremamente importante. No entanto, o caráter de segurança ambiental é igualmente necessário, haja visto que a produção de carne contribui com 41% das emissões de metano da pecuária, emitido principalmente pela fermentação entérica dos animais (GERBER et al. 2013). Este fato centraliza a pecuária como foco de grande pressão social para uma produção de carne menos danosa ao meio ambiente. Neste intento, muitos pesquisadores têm implementado esforços para desenvolver estratégias que mitiguem a produção de GEE. Sabe-se que a produção de metano pelos bovinos está diretamente relacionada a ingestão de matéria seca dos animais (BAHAMONDES ESCOBAR et al., 2017; CHARMLEY et al., 2016). Deste modo, parece plausível verificar se animais com CAR negativo apresentam produção inferior de GEE, em especial, o metano.

Alemu et al. (2017) mensuraram a produção de dióxido de carbono e metano de 16 novilhas alimentadas à base de silagem de cevada no Canadá, os animais foram escolhidos aleatoriamente de dois grupos com consumo alimentar residual distinto, oito de cada grupo. Os animais tiveram ganho de peso diário semelhante (1,14 e 1,03 kg/dia) e ingestão de matéria seca diferente (7,4 vs. 7,9 kg MS/dia) entre os grupos CAR negativo e positivo, respectivamente (P=0,01). A produção de metano (g/kg matéria seca ingerida) foi semelhante entre os grupos de animais, contudo, como os animais mais eficientes ingeriram diariamente 500g a menos de MS, a produção de metano diária foi inferior, 202,5 vs. 222.2 g/dia (P=0,02).

Resultados divergentes foram observados ao se avaliar novilhas de corte na Irlanda, ao todo 28 animais foram subdivididos em dois grupos distintos mediante o consumo alimentar residual apresentado. Os animais foram submetidos a três períodos experimentais (40, 57 e 41 dias) e receberam dietas distintas em cada um deles, silagem de capim, pastagem e dieta total misturada (TMR) com proporção volumoso/concentrado de 30:70, respectivamente. As

mensurações de IMS foram realizadas diariamente enquanto as de produção de metano nos últimos cinco dias de cada período. Os dados foram analisados tanto de maneira individual para cada período, como de modo agrupado. De maneira geral, o consumo de MS foi semelhante entre os grupos de animais (7,18 vs. 7,54 kg/dia para CAR negativo e positivo, respectivamente), já a produção de metano (g/kg MS ingerida) foi superior ($P < 0,05$) para os animais mais eficientes (22,4 vs. 20,2), logo, estes resultados poderiam colocar em cheque o potencial mitigador dos animais tidos como mais eficientes, contudo, ao se avaliar de maneira conjunta os resultados de ingestão de MS e produção de metano, a produção diária de metano (g/dia) foi semelhante entre os animais (156 vs. 146). Deste modo, ao tomar por base de que a igualdade no ganho de peso diário dos animais é uma prerrogativa do CAR, foi possível afirmar que os animais mais eficientes se igualaram aos menos eficientes em termos de produção entérica de CH_4 (MCDONNELL et al., 2016).

Resultados muito semelhantes foram apontados por MERCADANTE et al. (2015) que avaliaram a produção de metano de bovinos Nelore em condições brasileiras de produção, embora os animais apresentaram um CAR diferente (-0.359 vs. 0.367), a produção diária de metano (g/dia) e em relação ao ganho de peso (g/kg de ganho de peso foram semelhantes.

A partir dos resultados apresentados é possível concluir que os animais mais eficientes não podem ser considerados mais “poluentes” que animais menos eficientes, esta afirmação resguarda uma associação dos animais CAR negativos como mais poluidores, pelo contrário, mesmo que ainda haja controvérsia de resultados, os animais mais eficientes estão mais fortemente correlacionados como potenciais mitigadores dos GEE.

3 INCLUSÃO DO CAR EM PROGRAMAS DE SELEÇÃO

Atualmente há várias revisões bibliográficas sobre as estimativas dos parâmetros genéticos (herdabilidade e correlações) de populações bovinas para características de crescimento, produção de leite e reprodução (MOHIUDDIN, 1993; KOOTS et al., 1994a, 1994b; MERCADANTE et al., 1995; LÔBO et al., 2000; GIANNOTTI et al., 2005), porém poucas ou nenhuma relativa à eficiência alimentar.

Desta forma seleção para eficiência alimentar foi colocada em segundo plano pela indústria de carne bovina, haja visto o grau de dificuldade de mensurar o consumo alimentar de bovinos de corte, principalmente em sistemas extensivos de produção. Outra razão para esta falta de interesse é que sempre se afirmou que a eficiência estaria correlacionada ao ganho de

peso (KENNEDY et al., 1993 e CAMERON, 1998). E pelo fato de que os programas de melhoramento genético que fazem a inclusão das características de eficiência alimentar contam com uma pequena base de dados para estimar, com certa acurácia, os parâmetros genéticos para estas características.

Em sua grande maioria os programas de melhoramento genético para bovinos de corte enfatizam a seleção para características como: pesos em diversas idades, ganho de peso diário, perímetro escrotal, características de carcaça e desempenho reprodutivo. Resultados recentes de estudos de eficiência alimentar em bovinos deixaram clara a necessidade de maior atenção quanto a redução de insumos, para aumentar a eficiência e maximizar a lucratividade do sistema de produção como um todo (HERD & BISHOP, 2000).

O consumo alimentar estimado é obtido por meio de equação de regressão múltipla do consumo observado sobre o peso vivo médio metabólico e o ganho de peso, em que o consumo alimentar residual (CAR) é considerado como resíduo da equação. A seleção genética para baixo CAR pode resultar em progênie que consomem menos, sem alterar o desempenho animal.

Mesmo que a característica CAR apresente valores de herdabilidade moderados e haja estudos de redução do consumo de matéria seca pelos animais selecionados (ARTHUR et al., 2001a, 2001b), no Brasil, o fato de não possuir muitos dados de animais testados quanto a esta característica, torna cada vez mais difícil estimar os parâmetros genéticos com certa acurácia. No entanto, os resultados de meta-análise de parâmetros genéticos podem ser usados no delineamento de programas de melhoramento genético de bovinos de corte ou até mesmo na avaliação genética de rebanhos com poucos animais testados.

A correlação genética entre este novo parâmetro de eficiência (CAR) e o tradicional parâmetro de conversão alimentar é moderada ($r_g=0,50$; Archer et al. 2001) sugerindo que genes diferentes estão ligados a estas características. Mas o valor de r_g também indica que ao incluir o CAR em um programa de seleção melhora a conversão alimentar (CARSTENS et al., 2002).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fato dos animais possuírem o mesmo desempenho produtivo, porém com consumo alimentar inferior eleva o patamar do CAR como um fator de seleção muito promissor, haja visto que não há prejuízos em termos de qualidade de carne, tampouco em emissão de GEE,

pelo contrário, animais mais eficientes tendem a produzir menor quantidade de CO₂ equivalente por Kg de carne além do perfil de ácidos graxos ser considerado benéfico.

Embora esta característica pareça unir os pressupostos ambientais e econômicos, ainda são necessárias mais pesquisas para solidificar os resultados, principalmente para animais criados a pasto. A partir disso a nova ferramenta poderia ser aplicada em grande escala comercial.

REFERÊNCIAS

ALEMU, A. W. et al. Enteric methane emissions from low – and high – residual feed intake beef heifers measured using GreenFeed and respiration chamber techniques **American Society of Animal Science** 1 , 2. n. March, p. 3727–3737, 2017.

ARCHER, J.A., HERD, R.M., ARTHUR, P.F. Feed efficiency in beef cattle. In FEED EFFICIENCY WORKSHOP, 2001, Armidale, Australia. **Proceedings...**Armidale: CRC for Beef cattle and Beef Quality, 2001. p.107.

ARCHER J. A., RICHARDSON E. C., HERD R. M. ARTHUR P. F. Potential for selection to improve efficiency of feed use in beef cattle: a review. **Australian Journal of Agricultural Research** v. 50, p 147-162, 1999.

ARTHUR, P.F.; ARCHER, J.A.; JOHNSTON, D.J.; HERD, R.M.; RICHARDSON, E.C.; PARNELL, P.F. Genetic and phenotypic variance and covariance components for feed intake, feed efficiency, and other post weaning traits in Angus cattle. **Journal of Animal Science**, v.79, 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**, v.68, p.131-139, 2001b.

BARWICK, S. A. L. HENZELL, B. J. WALMSLEY, D.J. JOHNSTON, R. G. B. methods and consequences of including feed intake and efficiency in genetic selection for multiple-trait merit. **University Press on behalf of American Society of Animal Science**, 2018.

CAMERON, N.D. Across species comparisons in selection for the efficiency. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., 1998, Armidale, Australia. **Proceedings...**Armidale, Australia, 1998. V.25, p.73-80.

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

CHARMLEY, E. et al. A universal equation to predict methane production of forage-fed cattle in Australia. **Animal Production Science**, v. 56, n. 3, p. 169–180, 2016.

ESCOBAR-BAHAMONDES, P.; OBA, M.; BEAUCHEMIN, K. Universally applicable

methane prediction equations for beef cattle fed high- or low-forage diets. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 94, n. July 2016, p. CJAS-2016-0042, 2017.

FIDELIS, H. A. et al. Residual feed intake, carcass traits and meat quality in Nellore cattle. **Meat Science**, v. 128, p. 34–39, 2017.

GERBER, P.J., STEINFELD, H., HENDERSON, B., MOTTET, A., OPIO, C., DIJKMAN, J., FALCUCCI, A., AND TEMPIO, G. 2013. Tackling climate change through livestock — a global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy. 116 pp

GIANNOTTI, J. Di G.; PACKER, I.U.; MERCADANTE, M.E.Z. Meta-análise das estimativas de herdabilidade para características de crescimento em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1173-1180, 2005.

HAER, L. C. M.; LUITING, P.; AARTS, H. L. M. Relations among individual (residual) feed intake, growth performance and feed intake pattern of growing pigs in group housing. **Livestock Production Science**, v. 36, n. 3, p. 233–253, 1993.

HERD, R. M.; ARTHUR, P. F. Physiological basis for residual feed intake. **Journal of animal science**, v. 87, n. 14 Suppl, p. 64–71, 2009.

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

HORODYSKA, J. et al. Analysis of meat quality traits and gene expression profiling of pigs divergent in residual feed intake. **Meat Science**, v. 137, n. June 2017, p. 265–274, 2018.

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

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

LÔBO, R.N.B.; MADALENA, F.E.; VIEIRA, A.R. Average estimates of genetic parameters for beef and dairy cattle in tropical regions. **Animal Breeding Abstracts**, v.68, p.433-462, 2000.

MCDONNELL, R. P. et al. Effect of divergence in phenotypic residual feed intake on methane emissions, ruminal fermentation, and apparent whole-tract digestibility of beef heifers across three contrasting diets. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 3, p. 1179–1193, 2016.

MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B.; REYES, A.B. Parâmetros genéticos para características de crescimento en cebuínos de carne: una revisión. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.3, p.45-89, 1995.

MOHIUDDIN, G. Estimates of genetic and phenotypic parameters of some traits in beef cattle. **Animal Breeding Abstract**, v.61, p.495-522, 1993.

PEREIRA, M. C. S. et al. Relationships of feedlot performance, feeding behavior, rumen morphometrics, and carcass characteristics of nellore cattle differing in phenotypic residual feed intake. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 10, p. 4287–4296, 2016.

KOOTS, K.R.; GIBSON, J.P.; SMITH, C.; WILTON, J.W. Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits. 1. Heritability. **Animal Breeding Abstracts**, v.62, p.309-338,1994a.

KOOTS, K.R.; GIBSON, J.P.; SMITH, C.; WILTON, J.W. Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits: 2. Phenotypic and genetic correlations. **Animal Breeding Abstracts**, v.62, p.826-853, 1994b.

VEERKAMP, R. F. et al. Variance components for residual feed intake in dairy cows. **Livestock Production Science**, v. 41, n. 2, p. 111–120, 1995.

ZHANG, F. et al. Phenotypic and genetic relationships of residual feed intake measures and their component traits with fatty acid composition in subcutaneous adipose of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 95, n. 7, p. 2813–2824, 2017.