

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

EDUARDO SOUZA ROSA

**ESTIMATIVAS DE HERDABILIDADE DE CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL E
CONSUMO E GANHO RESIDUAL EM BOVINOS DA RAÇA NELORE**

UBERLÂNDIA – MG

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

EDUARDO SOUZA ROSA

Monografia apresentada a
Coordenação do Curso de Graduação
em Zootecnia da Universidade
Federal de Uberlândia, como requisito
parcial para a obtenção do título de
Zootecnista.

Uberlândia – MG

2022

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Uberlândia, pela estrutura acadêmica, acervo bibliográfico e corpo docente, essenciais para o meu processo de formação profissional.

Aos meus pais Caroline e Edilson, pelo apoio, incentivo e oportunidade de graduar um curso de período integral.

Ao meu irmão Enrique, pelo apoio, incentivo, companheirismo e cumplicidade em todos os momentos da minha vida.

À minha avô Maria Aparecida, pelo apoio e incentivo, sempre se esforçando para me ajudar financeiramente.

À minha namorada Vitória, pelo carinho, amor, paciência, incentivo e companheirismo, estando sempre ao meu lado e me ajudando no que for preciso.

À minha orientadora Natascha, por toda paciência, amizade, conselhos, dedicação e confiança, sempre acreditando no meu potencial, por ter sido uma mãe na faculdade para mim, por fazer toda a diferença em minha vida, sendo um grande exemplo de profissional.

A todos os professores que tive nesses anos de graduação, pelos ensinamentos e correções que me permitiram um melhor desempenho no meu processo de formação profissional, especialmente as professoras, Elenice, Ana Luísa, Janine e Giovanna.

A todos os colegas que fiz nesses anos de curso, pelos momentos de estudos, aprendizado, amizade e companheirismo, em especial aos amigos, Diogo, Raquel, Anna, Giovanna, Thaís, João Victor, Lucas, Victor, Douglas, Geovana, Paola e Thamiris.

A todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para o meu aprendizado e que certamente tiveram impacto na minha formação acadêmica.

RESUMO

Nas últimas décadas, a globalização promoveu aumento da produtividade científica, em que a elevada quantidade de artigos e estudos publicados sobre o mesmo assunto, proporcionou algumas variações nos resultados que tratam sobre os valores de herdabilidade de características de eficiência alimentar em bovinos. Em vista disso, a metodologia estatística nomeada meta-análise, possibilitou a combinação dos resultados advindos de vários estudos para fazer uma síntese qualificável e obtenção de um valor geral estimado. Objetivou-se realizar uma análise metanalítica dos dados contidos na literatura dos valores de herdabilidade das características consumo alimentar residual (CAR) e consumo e ganho residual (CGR) em bovinos da raça Nelore. Através da pesquisa bibliográfica, foram selecionados 22 trabalhos, estimando um total de 49 estimativas de herdabilidade direta, sendo 36 estimativas de herdabilidade para CAR e 13 para o CGR. Em seguida, efetuou-se o apanhado das informações de cada trabalho, análise e síntese dos resultados dos estudos, interpretação dos valores coletados e a apresentação dos resultados obtidos. Os valores das herdabilidades combinadas estimados por esse trabalho, foram de 0,22 para CAR e de 0,14 para CGR. Ambas as características podem ser consideradas de moderadamente herdáveis. Portanto, quando utilizadas no programas de seleção, tendem a propiciar expressivo progresso genético para a raça Nelore.

PALAVRAS-CHAVE: eficiência alimentar, estimativa combinada, meta-análise, progresso genético, síntese.

ABSTRACT

In the last decades, globalization promoted an increase in scientific productivity, in which the high number of articles and studies published on the same subject, provided some variations in the results that deal with the heritability values of feed efficiency traits in cattle. In view of this, the statistical methodology called meta-analysis made it possible to combine the results from several studies to make a qualified synthesis and obtain an estimated general value. The objective was to carry out a meta-analytic analysis of the data contained in the literature of the heritability values of the residual feed intake (CAR) and residual intake and gain (RGC) traits in Nelore cattle. Through bibliographic research, 22 works were selected, estimating a total of 49 direct heritability estimates, being 36 heritability estimates for CAR and 13 for CGR. Then, the information of each work was collected, analysis and synthesis of the results of the studies, interpretation of the collected values and the presentation of the obtained results were carried out. The combined heritability values estimated by this work were 0.22 for CAR and 0.14 for CGR, indicating that both are of moderate heritability. Therefore, when used in selection programs, they tend to provide significant genetic progress for the Nelore breed.

KEY-WORDS: feed efficiency, combined estimation, meta-analysis, genetic progress, synthesis.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1. Importância da carne bovina brasileira no mercado mundial.....	9
2.2. Raça Nelore.....	10
2.3. Herdabilidade (h^2).....	11
2.4. Características de eficiência alimentar	13
2.5. Consumo alimentar residual (CAR)	14
2.6. Consumo e ganho residual (CGR).....	16
2.7. Meta-análise	17
2.8. Metodologia estatística para combinar os estudos.....	18
2.8.1. Vício de Publicação	18
2.8.2. Teste de Normalidade	19
2.8.3. Teste de Homogeneidade	19
2.8.4. Modelos de efeito fixo e aleatório.....	20
2.8.5. Estimativa combinada.....	21
3. METODOLOGIA.....	21
3.1. Coleta de dados na literatura.....	21
3.2. Avaliação dos dados de literatura coletados.....	22
3.3. Tabulação.....	22
3.4. Vício de publicação	22
3.5. Análise dos dados	23
3.6. Estimativa combinada	24
3.7. Forest Plot.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1. Descritiva dos dados	25

4.2. Vício de publicação.....	28
4.3. Teste de normalidade.....	30
4.4. Teste de homogeneidade.....	32
4.5. Estimativa combinada.....	33
4.6. Forest Plot.....	34
5. CONCLUSÃO.....	37
6. REFERÊNCIAS USADAS NA META-ANÁLISE.....	37
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

1. INTRODUÇÃO

Na produção, identificar os animais capazes de consumir menos alimento, sem comprometer o desempenho e a qualidade da carcaça, através de programas de melhoramento genético, possibilita aumento da lucratividade, mediante redução dos custos totais de produção e atenuação dos impactos ambientais causados pela atividade (BASARAB, 2003; DEL CLARO, 2011).

Contudo, há atualmente grande avanço das tecnologias direcionadas para pecuária de corte, auxiliando os produtores na mensuração direta do consumo individual do alimento e contribuem para a identificação dos animais que demonstram melhores índices de eficiência alimentar. Dentre essas tecnologias, destacam-se os cochos eletrônicos, equipamentos de identificação por rádio frequência (Radio Frequency Identification – RFID) e softwares que realizam a leitura e interpretação dos dados obtidos (DEVRIES et al., 2003; MENDES et al., 2011; CHIZZOTTI et al., 2015; MARTINS, 2017).

A identificação de animais que ingerem menos alimentos, fez com que pesquisadores de todo o mundo adotassem diferentes índices para mensuração da eficiência alimentar em bovinos, como a conversão alimentar (CA), eficiência alimentar bruta (EA), consumo alimentar residual (CAR), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de Kleiber (TK), ganho de peso residual (GPR) e o consumo e ganho residual (CGR) (GOMES et al., 2012). Entretanto, até pouco tempo na bovinocultura de corte, os buscavam a seleção para características que gerassem renda direta, como, peso e ganho de peso, visto que, o produtor depende destas características para que o seu produto, a carcaça, seja remunerada pelo frigoríficos (DEL CLARO, 2011).

A característica de eficiência alimentar mais utilizada é a conversão alimentar (CA), que é calculada de acordo com o consumo de forragem, silagem ou ração, em determinado período de tempo e dividido pelo ganho de peso, no qual, o resultado é a eficiência de ganho de peso por alimento consumido. Existe também a eficiência alimentar bruta (EA), que é a razão inversa da CA e é medida pela ingestão de matéria seca e o ganho médio diário (DE ALMEIDA SANTANA, 2014). Contudo, estas medidas são calculadas por simples razões, podendo ocasionar problemas quando usadas em programas de seleção, devido ao uso do índice ser o ganho de peso (GUNSETT, 1984). Segundo Archer et al. (1999), vários estudos apontam que ambas as características são altamente correlacionadas com o ganho de peso e

confundidas com os padrões de maturidade dos animais, podendo resultar no aumento do consumo de alimento.

Para substituir os problemas encontrados em ambos os índices, surgiram novos índices de mensuração da eficiência alimentar, como, o consumo alimentar residual (CAR) e o consumo e ganho residual (CGR). O CAR foi proposto por Koch et al. (1963), no qual, a seleção resultou em animais que consumiam menos alimentos que o predito, em função do peso vivo médio e com a mesma taxa de ganho médio diário que os animais selecionados para CA (KOCH et al., 1963; ARCHER et al., 1997; BASARAB et al., 2003; DA TESTE, 2020). Por outro lado, o CGR foi proposto por Berry e Crowley (2012), que é calculado com a soma do CAR com o ganho de peso residual (GPR), sendo o CAR multiplicado por menos um e ambos ajustados para a variância igual a um (LIMA, 2016).

Na literatura científica, há um grande número de trabalhos publicados com ampla variação nos valores estimados de herdabilidade das características de eficiência alimentar em bovinos, como é o caso do CAR e do CGR. Essa variação é em decorrência das variâncias genéticas de cada população e do ambiente em que estão inseridos, e conseqüentemente, influenciam na expressão de diferentes fenótipos.

Portanto, conhecer dados compilados das herdabilidades de CAR e CGR, decorre das necessidades de melhorias genéticas dos rebanhos, diminuindo gastos com nutrição dos animais de produção. O presente estudo, avaliou os resultados de diferentes trabalhos publicados na literatura para estimativas de herdabilidade para as características CAR e CGR para bovinos da raça Nelore. Desta forma, a pesquisa acarretará uma conclusão mais global sobre o tema em estudo, auxiliando melhor produtores e técnicos na seleção de animais menos exigentes nutricionalmente, diminuindo custos com alimentação, aumentando a lucratividade e redução dos impacto ambiental.

Mediante os fatos apresentados, objetivou-se estimar a herdabilidade combinada para as características consumo alimentar residual e consumo e ganho residual em bovinos da raça Nelore mediante a meta-análise.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Importância da bovinocultura de corte no mercado mundial

A pecuária bovina de corte brasileira é extremamente importante para a alimentação da população mundial. O Brasil ocupa posição de destaque no mercado das exportações, apresentando-se como o maior exportador mundial da carne bovina (ABIEC, 2021). Em 2020, o país foi responsável por 14,4% da comercialização do produto no mercado internacional, com cerca de 2,2 milhões de toneladas exportada para 157 países (ARAGÃO, 2021; ABIEC, 2021). Dados da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC, 2021), mostram que o principal destino das exportações da carne bovina é a China, com cerca 50,8% do volume total exportado e com cerca de 1,1 milhão de toneladas importadas, sendo o principalmente produto a carne *in natura*.

Em 2020, o PIB brasileiro foi de R\$ 7,4 trilhões, dos quais a cadeia pecuária foi responsável por 10%, um aumento de 1,6% em relação ao ano anterior (ABIEC, 2021). Ao olhar para o PIB da pecuária de corte, o crescimento em 2020 foi de 20,8%, totalizando R\$ 747 bilhões, volume que inclui todas as movimentações e negociações da cadeia, incluindo os insumos utilizados, os investimentos em sanidade, nutrição, genética e as vendas no mercado interno e externo (ABIEC,2021).

De acordo com Malafaia, Biscola e Dias (2020), o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos aponta que até o ano de 2029, a carne bovina brasileira passará a ter ainda mais representatividade no mercado mundial, passando dos atuais 14,4% para 28,7% do volume total das exportações.

Todo esse destaque alcançado pela pecuária bovina de corte brasileira é devido as dimensões continentais do país e pela predominância do clima tropical. Esses fatores combinados, favorecem a criação dos rebanhos à pasto, diminuindo a quantidade de insumos utilizados para alimentação e por conseguinte, reduz os custos com nutrição e o menor impacto ambiental, faz com que a carne brasileira seja atrativa no mercado internacional (CALEMAN; CUNHA, 2011). A combinação desses fatores mais o aumento de demanda mundialmente pelo alimento, fato ocasionado pelo aumento da renda de países emergentes, fez com que a agroindustrial da carne bovina brasileira alcance o escalão de maior exportador de carne, elevando significativamente as exportações e favorecendo o desenvolvimento do setor (CALEMAN; CUNHA, 2011; SOUZA, 2008).

2.2. Raça Nelore

No Brasil, a bovinocultura de corte é constituída principalmente por animais das raças zebuínas (*Bos taurus indicus*). A raça Nelore é originária da Índia e vive principalmente em regiões de clima tropical, apresentando como características mais marcantes, a rusticidade, a pelagem normalmente de cor branco-acinzentado, a pele pigmentada e solta, com pelos curtos e presença de giba ou cupim (SANTIAGO, 1987).

O alto índice de adaptabilidade ao clima tropical brasileiro, favoreceu a maior exploração da raça, por meio de criações à pasto, que utilizam menos insumos e reduzem os custos com alimentação, havendo como resultado em seu produto, a carcaça, maior concorrência no mercado das exportações.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o rebanho bovino brasileiro é constituído por 218.150.298 milhões de animais (IBGE, 2020). Dados levantados pela Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ) no ano de 2020, indicam que foram feitos Registro Genealógicos de Nascimento (RGN) em 311.271 mil animais e de Registro Genealógico Definitivo (RGD) em 188.831 mil animais (ABCZ, 2020).

O Nelore é a principal raça criada por pecuaristas brasileiros, representando o maior banco genético do ocidente e está presente em quase 80% das propriedades do país que criam animais zebuínos (OLIVEIRA; MAGNABOSCO; BORGES, 2002).

Todas essas vantagens aliadas a presença de uma carcaça extremamente aproveitável, devido ao porte médio, ossatura fina, leve e menor proporção de cabaça, vísceras e patas e mais próxima dos padrões exigidos pelo mercado, contribuiu para a maior presença da raça nas propriedades brasileiras.

2.3. Herdabilidade (h^2)

A h^2 é o critério indicativo da confiabilidade da utilização do fenótipo do animal para determinar o valor genético de uma determinada característica na população (ELER, 2017). Para estimar os valores da h^2 , utiliza-se dois parâmetros distintos, a h^2 no sentido amplo (h_A^2) e a h^2 no sentido restrito (h_R^2). A h_A^2 , é calculada com a utilização de todos os elementos da variância genética para a definição da variação fenotípica de uma determinada população, por outro lado, a h_R^2 , é predita somente com a utilização dos elementos da variância genética aditiva, determinado pelo somatório dos efeitos médios dos genes que o indivíduo carrega (PEREIRA, 2008; FELIPE, 2018). Sendo as equações seguintes:

$$h_A^2 = \frac{\sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \sigma_I^2}{\sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \sigma_I^2 + \sigma_E^2}$$

$$h_R^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_A^2 + \sigma_E^2}$$

Em que:

σ_A^2 : variância genética aditiva

σ_D^2 : variância genética dominante

σ_I^2 : variância genética epistática

σ_E^2 : variação devido a fatores ambientais

Segundo Pereira (2008), a h^2 pode variar de 0 a 1 ou de 0 a 100%, quando a h_A^2 , considera-se baixo o valores entre 0 e 0,15, moderada entre 0,15 e 0,30 e alta quando é igual ou acima de 0,30. Por outro lado, quando analisamos os valores da h_R^2 , considera-se baixo o valores entre 0 e 0,10, moderada entre 0,10 e 0,30 e alto acima de 0,30 (PEREIRA, 2012). Desta forma, quando a h^2 de determinada característica em uma população é baixa, existe o indicativo de que a variação fenotípica, é ocasionada fortemente por variações nos fatores ambientais. Em contrapartida, quando a h^2 da característica em uma população é alta, existe o indicativo de que a variação existente é em grande parte decorrente da variância genética entre os animais. Além disso, significa que a associação entre o fenótipo e o genótipo é alta, sendo o fenótipo um bom indicador do genótipo do animal (LOPES et al., 2005).

A h^2 pode ser definida como um conceito estatístico, no qual, a variação de uma geração para outra e entre populações distintas, pode ocorrer de maneira particular a uma comunidade que compartilham certos conjuntos específicos de genes (FELIPE, 2018). Essas variações genéticas, ocasionadas por fatores ambientais, faz com que essas mutações possam ser distintas das demais, visto que, o ambiente onde estão inseridos é capaz de apresentar transformações particulares (FELIPE, 2018). Os efeitos de dominância e epistasia, também podem conduzir mudanças na h^2 , mas estes são menores intensidade do que fatores relacionados ao ambiente, visto que, são dependentes da presença ou ausência dos genes (PEREIRA, 2012).

Portanto, conhecer a h^2 dos animais é crucial para predizer os resultados da seleção em programas de melhoramento genético, uma vez que a resposta da seleção, depende do valor da h^2 estimada da característica que se objetiva selecionar (BARROZO, 2009).

2.4. Características de eficiência alimentar

Nos sistemas de produção animal, a nutrição é o principal fator de investimento dos produtores, afetando diretamente a produtividade e conseqüentemente na lucratividade do sistema. A seleção para características de eficiência alimentar é importante, principalmente para bovinos, pois esses animais apresentam grande necessidade energética para suprir as suas atividades metabólicas basais (MAGNABOSCO et al., 2020).

Estima-se que cerca de 65% a 70% da energia metabolizável necessária para a produção de carne, seja destinada para atender as exigências de manutenção de bovinos (FERRELL; JENKINS, 1985). Apesar de bovinos de raça zebuína mostrarem-se adaptados as condições estressantes, como em regiões de clima tropical, e conseqüentemente, menor é a sua exigência de manutenção, a maior parte da dieta consumida é destinada a manutenção das atividades basais e não para deposição de músculo, e posteriormente, o ganho de peso (SAINZ et al., 2006; MAGNABOSCO et al., 2020).

A eficiência na produção animal pode ser determinada, como a geração de produtos e subprodutos de origem animal com a utilização de menor quantidade possível de recursos (DE ALMEIDA SANTANA et al., 2014). De acordo com Ferrel & Jenkins (1984), do total de alimentos consumidos pelos bovinos de corte, somente cerca de 5% é convertido em proteína. Esse fator é ocasionado por baixas taxas reprodutivas, causado pelo maior intervalo entre partos, nutrição inapropriada e demorado desenvolvimento do melhoramento genético, causado pelo longo intervalo de gerações (DE ALMEIDA SANTANA et al., 2014).

Todavia, há tempos descobriu-se inicialmente na suinocultura e na avicultura, que selecionar animais com maior eficiência na utilização dos alimentos, leva à avanços importantes nos índices de eficiência alimentar (HARD; ARCHER; ARTHUR, 2003). Segundo Almeida (2005), na bovinocultura de corte a seleção para eficiência alimentar foi deixada em segundo plano, devido à difícil mensuração do consumo alimentar desses animais, que são criados principalmente em sistemas extensivos e com alimentação à base das forrageiras presentes no pasto. Outra justificativa para esta falta de interesse é o fato de que sempre se assumiu que a eficiência alimentar estaria correlacionada à taxa de ganho (CAMERON, 1998; KENNEDY et al., 1993).

Para bovinos, a grande maioria dos programas de melhoramento genético evidenciam a seleção para o aumento produtivo, como pesos as diferentes idades, ganho de peso diário,

circunferência escrotal, características de carcaça e até desenvolvimento reprodutivo (ALMEIDA, 2005). Entretanto, resultados de pesquisas, evidenciaram a importância de também selecionar os bovinos para características de eficiência alimentar, com a finalidade de aumentar a produção, diminuindo o volume de nutrientes excretados e maximização da lucratividade nos sistemas produtivos (ALMEIDA, 2005). Nesse cenário, algumas medidas de eficiência alimentar estão sendo utilizadas para identificar animais mais eficientes, como, a conversão alimentar (CA), consumo alimentar residual (CAR), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de Kleiber (TK), eficiência parcial de crescimento (EPC), ganho e peso residual (GPR) e o consumo e ganho residual (CGR)

Gibb e McAllister (1999), estimam que o melhoramento da conversão alimentar em 5%, têm impacto econômico quatro vezes maior, quando comparado com o mesmo 5% de aumento no ganho de peso vivo. Além disso, os animais que consomem menor volume de alimento e mantém o nível de produtividade, são mais lucrativos e produzem mais alimento por unidade de área (MENDES; CAMPOS, 2016). Com isso, há redução dos custos destinados à alimentação, por meio da seleção de animais que apresentam menor demanda energética basal (MAGNABOSCO et al., 2020).

Portanto, selecionar os melhores bovinos para características de eficiência alimentar, como o CAR e o CGR, eleva-se a produtividade da fazenda, diminuindo os custos e seus impactos ambientais, sem que ocorra prejuízo dos índices zootécnicos. No trabalho realizado por De Almeida Santana (2014), os animais mais eficientes para CAR, apresentaram o menor consumo de alimento, sem prejuízo nos índices de desempenho e com menores gastos energéticos de manutenção.

2.5. Consumo alimentar residual

O consumo alimentar residual (CAR), foi proposto inicialmente no estudo de Koch em 1963. Segundo Ribeiro (2019), até a década de 90, a teoria proposta por Koch não teve muitos avanços, apesar disso, nos anos de 1993 a 2000, a empresa Australiana de pesquisa Trangie e Beef, efetuou um estudo com 3.000 bovinos machos e fêmeas, de raças tropicais e temperadas, e concluíram que o CAR apresenta grande variabilidade genética.

O CAR é estimado por meio de uma equação de regressão do consumo de matéria seca (CMS), ajustado pelo ganho médio diário (GMD) e peso vivo metabólico ($PM^{0,75}$), sendo

a diferença entre o CMS observado e o predito necessário para atender as exigências basais e de crescimento dos animais (MAGNABOSCO et al., 2020). A equação do CAR é dada por:

$$y = \beta_0 + \beta_1 GMD + \beta_2 PM^{0,75} + \varepsilon(CAR)$$

Em que:

y : é o consumo de matéria seca individual do animal

β : é o intercepto;

β_1 e β_2 : são os coeficientes de regressão linear para GMD e $PM^{0,75}$

ε : é o erro residual, ou seja, o CAR.

No cálculo, resultado da diferença é o próprio CAR, apresentada na quantidade real de alimento consumido pelo animal (kg de MS/dia) e o consumo baseado no peso vivo médio na quantidade que ele deveria se alimentar e na velocidade de ganho de peso (KOCH et al., 1963; ARCHER et al., 1997; BASARAB et al., 2003; DA TESTE, 2020).

Entretanto, existe diversos estudos presentes na literatura com ampla variação de cálculos para estimar o CAR, como o CAR-fenotípico e o CAR-genético, que são estimados a partir da variância e covariância de valores genéticos em uma análise do peso metabólico e do ganho de peso (HERD; BISHOP, 2000; HOQUE; OIKAWA, 2004; HOQUE et al., 2006), por outro lado, o CAR-regressão, é calculado pela regressão do consumo de matéria seca pelo peso metabólico e o ganho de peso (ROBINSON; ODDY, 2004; LANCASTER et al., 2009). Existe também métodos de calcular o CAR através de equações de predição de consumo, como é realizado no NRC, SCA, Br-Corte e CNCPS (DEL CLARO, 2011).

Na literatura, a característica CAR apresenta h^2 moderada a alta, com a maioria das aferições publicadas variando entre 0,30 e 0,35 (ARCHER et al., 1998; ARTHUR et al., 1997,2001; ARTHUR; RENAND; KRAUSS, 2001; FAN; BAILEY; SHANNON, 1995; HERD; BISHOP, 2000; KOCH et al., 1963; LIU et al., 2000; RENAND; FOUILLOUX; MENISSIER, 1998; GOMES, 2009).

O CAR como característica de eficiência alimentar vem se mostrando vantajoso, visto que sua seleção, permite a identificação daqueles animais com diferentes exigências nutricionais (GONÇALVES, 2019).

Os animais que demonstram maior eficiência para a característica, exibem valores de CAR negativo, pelo qual, o consumo observado é menor que o previsto. Em contrapartida,

animais com menor eficiência, retratam valores de CAR positivo, resultando no consumo observado, valores maiores que o previsto.

2.6. Consumo e ganho residual

O consumo e ganho residual (CGR), foi inicialmente proposto por Berry e Crowley em 2012. Esse índice de eficiência alimentar, tem como objetivo, corrigir as limitações apresentadas pelo CAR e o ganho de peso residual (GPR).

Segundo Favero, Gomes e Menezes (2015), o CAR apresenta baixa relação fenotípica com o ganho de peso e o GPR com o CMS. O CGR leva em consideração as vantagens de ambos os índices de eficiência, resultando em animais de menor consumo e crescimento mais acelerado (YOSHIHARA, 2017). Desta forma, a característica é obtida por meio da padronização do CAR e do GPR, onde ambas vão apresentar variáveis iguais, seguidas da soma desses dois índices (MAGNABOSCO et al., 2020). O CGR é dado pela seguinte equação:

$$CGR = (-1) * \frac{CAR}{\sigma_{CAR}} + \frac{GPR}{\sigma_{GPR}}$$

Em que:

σ_{CAR} e σ_{GPR} : são os desvios-padrões das características CAR e GPR¹.

O CGR é independente fenotipicamente do peso corporal dos animais, visto que, o novo índice de eficiência é medido através do CAR e GPR, sendo esses calculados em função do $PM^{0,75}$ (YOSHIHARA, 2017). Os animais considerados mais eficientes para essa característica, apresentam valores positivos (BERRY; CROWLEY, 2012).

Por se tratar de um índice de eficiência desenvolvido recentemente, existem poucos trabalhos avaliando a sua influência de seleção sobre as características produtivas. No entanto, o trabalho desenvolvido por Magnabosco et al. (2020), é relatado que as avaliações de CGR são menos frequentes que a do CAR, e quando relatadas, as estimativas de herdabilidade para zebuínos variam 0,13 a 0,40, demonstrando os valores transitarem de moderado a alto.

¹ O CAR e GPR, são funções lineares dos componentes das características CMS, GMD e $PM^{0,75}$

2.7. Meta-análise

Nas últimas décadas, a globalização promoveu um aumento dos artigos científicos publicados. A produtividade científica é resultante do interesse contínuo para o desenvolvimento de tecnologia, que instigam à ciência a compreender cada vez mais o detalhamento dos mecanismos científicos (LOVATTO et al., 2007). Diante disso, a elevada quantidade de artigos e estudos publicados sobre o mesmo assunto e com diferentes conclusões, se transformaram em um desafio. Essas diferenças são provocadas pelas metodologias empregadas nos trabalhos de pesquisas, como o modelo estatístico empregado, a estrutura dos dados estabelecidos pelos autores e a metodologia de estimação (FELIPE, 2018; PAIVA et al., 2019). Mediante esse desafio, nasceu a metodologia estatística nomeada meta-análise, que visa a combinação dos resultados advindo de vários estudos para fazer uma síntese qualificável e chegar na resposta mais compilada.

Inicialmente, a meta-análise foi utilizada nas ciências sociais, sendo a primeira pesquisa realizada na área educacional, depois empregada na medicina e mais tarde, nas ciências agrárias (GIANNOTTI, 2004).

No estudo publicado por Giannotti (2004), a autora afirma que a meta-análise é o procedimento estatístico que possibilita obter uma conclusão comum entre várias pesquisas distintas, contudo correlacionadas, já Fagard et al. (1996), afirma que esta metodologia é utilizável quando estudos ou ensaios individuais são muito pequenos para informar isoladamente uma resposta confiável e conclusiva.

Segundo, Eloy (2017), através da meta-análise é possível extrair informações adicionais dos dados preexistentes, por meio do reagrupamento de resultados de diversos trabalhos e pela aplicação de uma ou mais técnicas estatísticas. A meta-análise é ferramenta vantajosa, pois permite combinar os resultados de estudos independentes, sintetizando as suas conclusões e até mesmo adquirir novos resultados (LUIZ, 2002).

De acordo com Glass (1976), a meta-análise é a técnica estatística que realiza uma revisão quantitativa e síntese dos resultados obtidos de diferentes pesquisas sobre o mesmo assunto.

A importância da meta-análise no conjunto de conclusões dos estudos resultantes, exibe uma resolução mais próxima da realidade, pois a sua metodologia envolve a combinação de vários estudos e seus divergentes tratamentos, constituindo uma média dos

diferentes resultados, produzindo uma resposta final mais aplicável a população (LOVATTO et al., 2007).

Todavia, Cooper (2016), afirma que o procedimento estatístico deve ser dividido em sete fases: (1) identificação do problema de pesquisa, (2) realização da coleta de dados da literatura por meio de livros, artigos, teses, documentos, sites eletrônicos, etc, (3) realizar coleta das informações de cada estudo, (4) fazer uma avaliação da qualidade dos estudos selecionados, (5) fazer análise estatística e sintetização dos resultados das pesquisas, (6) realizar a interpretação dos dados obtidos e a (7) conclusão e apresentação dos resultados da pesquisa.

Apesar do sucesso da meta-análise, a metodologia recebe críticas e apresenta alguns problemas, como, o seu emprego, a natureza diversificada dos estudos a serem sintetizados e a aquisição das revisões literárias dos estudos que serão inclusos no procedimento estatístico (GIANNOTTI, 2004). Entretanto, a meta-análise exige do pesquisador que irá utilizá-la, sistematização dos resultados, pois isso, resultará em uma estimativa totalmente confiável (LOVATTO et al., 2007).

2.8. Metodologia estatística para combinar os estudos

2.8.1. Vício de Publicação

O vício de publicação é identificado através do gráfico de funil, que é um diagrama de dispersão das estimativas de efeito de intervenção de estudos individuais (eixo horizontal) transpondo contra a precisão do estudo (eixo vertical) (Sterne; Harbord, 2004) e pelo gráfico quantil-quantil, que padroniza a estimativa de cada estudo por meio da plotagem contra o valor observado na distribuição normal padronizada (FELIPE, 2018).

O gráfico de funil fundamenta-se no fato das estimativas mais precisas estarem associadas a estudos com grande tamanho amostral, deste modo, estimativas menos precisas estarão plotadas na parte inferior do gráfico (GIANNOTTI, 2004).

Segundo Giannotti (2004), os estudos que apresentarem ausência do viés do vício de publicação, apresentarão pontos dispersados e o gráfico terá formato de funil invertido e simétrico. Entretanto, Egger & Smith (1998) propõem que caso o gráfico apresente formato de funil assimétrico, pode significar indícios de influência na seleção dos estudos.

O gráfico quantil-quantil ou QQPlot, foi proposto por Wang e Bushman (1999) para verificar a ocorrência do vício de publicação. Esta metodologia gráfica, propõe em plotar cada estimativa padronizada contra o valor observado na distribuição normal padronizada. De acordo com Giannotti (2004), quando a meta-análise têm grupo amostral pequeno é difícil definir o formato de funil no gráfico.

O gráfico quantil-quantil indicará ausência de vício de publicação quando os pontos estiverem dispostos ao longo da reta que passa pela origem com cerca de 68% das estimativas entre -1 e 1.

2.8.2. Teste de Normalidade

Segundo Field (2009), muitos procedimentos estatísticos estão fundamentados em suposições para depois aplicá-la. A normalidade dos dados amostrais é uma condição exigida para inferência legais de parâmetros populacionais (CANTELMO; FERREIRA, 2007). Dessa forma, a normalidade dos dados é utilizada para determinar qual metodologia estatística será empregada, muitos deles são paramétricos, ou seja, os dados advindos de uma população seguem a distribuição normal ou gaussiana (NASCIMENTO et al., 2015).

Para verificar os pressupostos de normalidade dos dados, existem diversos testes, como Anderson-Darling, Komogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk, ou também métodos gráficos, com os gráficos de histograma e de box-plot (LEOTTI; BIRCK; RIBOLDI, 2005).

Todavia, o pesquisador ao avaliar os dados, pode-se deparar com dados amostrais não normais, rejeitando a hipótese nula nos testes de normalidade (FELIPE, 2018). Desta forma, Giannotti (2004) propõe realizar a transformação de box-cox, cujo parâmetro de transformação é o algoritmo λ , selecionado pela metodologia da máxima verossimilhança. De acordo com Felipe (2018), a transformação de box-cox é eficiente, caso os dados não apresentem distribuição normal nos testes de normalidade.

2.8.3. Teste de Homogeneidade

O Teste de Homogeneidade é muito significativo na estatística da meta-análise e serve para verificar se os estudos selecionados apresentam homogeneidade.

A homogeneidade dos dados é testada para averiguar se uma variável aleatória age de modo semelhante, ou homogêneo, em várias subpopulações (FELIPE, 2018). De acordo

com Wang e Bushman (1999), o resultado significativo do teste de homogeneidade é indicativo de que a variação nas estimativas entre os estudos é maior do que aquela calculada pelo acaso, isto significa, que a hipótese de as estimativas serem homogêneas entre si é rejeitada.

Na meta-análise, o teste estatístico de homogeneidade é importante para definir qual metodologia será utilizado para estimar a h^2 combinada, podendo ela apresentar-se como modelo de efeito fixo ou modelo de efeito aleatório.

Segundo Giannotti (2004), quando a hipótese de homogeneidade é significativa, o modelo de efeito fixo deve ser empregado, demonstrando que as estimativas dos dados coletados são homogêneas, e por outro lado, quando a hipótese de homogeneidade não é significativa, o modelo de efeito aleatório que deve ser escolhido, pois existe variabilidade entre os dados coletados.

O modelo de efeito fixo é uma condição específica do modelo de efeito aleatório, no qual a variância presente entre dados coletados nos estudos, o algoritmo tau (τ^2) é igual a zero (FELIPE, 2018), de outra modo, o modelo de efeito aleatório inclui o valor de τ^2 na aquisição da estimativa convidada das herdabilidades (GIANNOTTI, 2004).

No teste de homogeneidade, existe também a possibilidade de saber o grau de heterogeneidade dos dados, por meio da estatística I^2 , no qual, valores próximos de 0% indicam a não heterogeneidade, próximos de 25% indica baixa heterogeneidade, próximos de 50% indica modera heterogeneidade e próximos de 75% são de alta heterogeneidade (RODRIGUES, 2010).

2.8.4. Modelos de efeito fixo e aleatório

Realizado o teste de homogeneidade, definimos a partir do resultado, que é obtido pelo valor-p (também chamado de nível descritivo ou probabilidade de significância), qual modelo calculará a estimativa da herdabilidade combinada, o modelo de efeito fixo ou modelo de efeito aleatório.

De acordo com Giannotti (2004), o modelo de efeito fixo é escolhido quando o resultado do teste estatístico não apresente heterogeneidade significativa entre os estudos, portando, há variabilidade somente dentro dos estudos selecionados, em contrapartida, o modelo de efeito aleatório, é selecionado quando há heterogeneidade significativa entre os estudos, logo, existe variabilidade dentro e entre os artigos.

No modelo de efeito fixo a variância que existe entre os estudos selecionados (τ^2) é igual a zero, já no modelo de efeito aleatório (τ^2) é estimado e incluso para atingir a estimativa combinada das herdabilidades (GIANNOTTI, 2004). Generalizações são realizadas para características semelhantes nos estudos através do modelo de efeito fixo e no modelo de efeito aleatório, realiza-se generalizações a uma gama de diferentes estudos (GIANNOTTI, 2004).

2.8.5. Estimativa combinada

O objetivo da meta-análise é realizar uma revisão quantitativa e resumida de resultados distintos e relacionados, com a utilização de ferramentas de cálculos estatísticos (Glass, 1976). Deste modo, o grande número de estudos que tratam do mesmo assunto, pode resultar em uma resposta estatística mais precisa, quando são agrupados. Segundo Fagard et al. (1996), na meta-análise a estimativa combinada pode ser precisa com o aumento do número amostral, resultando em um maior poder estatístico e da possibilidade de examinar a variabilidade entre os estudos.

Giannotti (2004) afirma que as estimativas combinadas são obtidas seguindo os seguintes passos: análise exploratória do conjunto de dados; verificação dos pressupostos; estatísticas requeridas; realização do teste de homogeneidade; estimação da variância entre os estudos e obtenção da estimativa combinada. O autor também afirma que, quando se emprega a técnica de agrupamento que formam grupos com resultados semelhantes, consegue-se atingir, estimativas de herdabilidade com valores e características específicas mais semelhantes à realidade, ao contrário de determinar somente uma estimativa geral combinada (GIANNOTTI, 2004).

3. METODOLOGIA

3.1. Coleta de dados na literatura

O presente estudo consistiu na coleta de dados presentes na literatura, como trabalhos científicos, artigos, teses e dissertações referentes as h^2 diretas das características CAR e do CGR de bovinos da raça Nelore.

Os dados foram extraídos em plataformas eletrônicas, como, o Portal CAPES, o Google Acadêmico, a Scientific Electronic Library Online (SciELO), o Repositório Institucional UFU, o Banco de Teses e Dissertações CAPES, a Sociedade Brasileira de Zootecnia, o Instituto de Zootecnia o ScienceDirect, entre outros websites. As palavras chaves utilizadas foram: “nelore”, “consumo alimentar residual”, consumo e ganho residual” e “herdabilidade”.

3.2. Avaliação dos dados de literatura coletados

Após a realização da coleta dos dados, realizou-se uma avaliação dos trabalhos coletados. A análise consistiu na seleção daqueles estudos que atendem as exigências e critérios, como, ter procedência confiável, apresentar título, informações relacionadas ao CAR ou ao CGR de bovinos da raça Nelore, número amostral de animais ou apresentar desvio padrão da herdabilidade da característica estudada e incluir dados das estimativas de herdabilidade do CAR e do CGR.

No presente estudo, foram selecionados 22 trabalhos que atenderam os requisitos exigidos e um total de 49 estimativas de herdabilidade direta, sendo 36 estimativas de h^2 do CAR e 13 de CGR.

3.3. Tabulação

Realizada a coleta dos dados e a sua seleção, efetuou-se a tabulação dos mesmos, por meio do software Microsoft Excel 2016.

Os estudos foram divididos de acordo com cada h^2 estudada (CAR e CGR) e acrescentado as seguintes informações: Autor(es), título, ano de publicação, local, criatório, sexo, idade, peso, tipo de manejo, período de observações, método de estimação, número amostral da quantidade de animais, média da característica, desvio padrão, coeficiente de variação, h^2 da característica, desvio padrão de h^2 e as variâncias da estimativa de h^2 .

3.4. Vício de publicação

Para identificação do vício de publicação, foi realizado a análise dos dados e construção do gráfico de funil e do gráfico de quantil-quantil para as h^2 de CAR e CGR. Para a elaboração dos mesmos foi utilizado o software *R studio* 4.1.2. (R 4.1.2.).

3.5. Análise dos dados

A análise total dos dados, foi feita no software *R studio* 4.1.2. (R 4.1.2.). Primeiramente, realizou-se à estatística descritiva, apresentando os valores de número de observações, de mínimo, de máximo, de amplitude, de desvio padrão, de variância e de média das herdabilidades de cada característica. Além disso, foi demonstrado os resultados obtidos no Teste de Normalidade, baseado na estatística de Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov e Anderson-Darling e o gráfico de Box-Plot.

Para os dados que não passaram no pressuposto de normalidade em um dos três testes, foi efetuado a transformação dos mesmos pelo método de Transformação de Box-Cox.

Posteriormente, realizou-se o Teste Q de Cochran para saber a homogeneidade dos dados, segundo a metodologia utilizada por Giannotti (2004), Carvalho et al. (2012) e Rodrigues (2010) em que a estatística $Q \sim \chi_k^2 - 1$, é dado por:

$$Q = \sum_{i=1}^k w_i (\hat{h}_i^2 - \hat{h}_+^2) \sim X_{k-1}^2$$

Em que:

$$w_i = \frac{1}{s_i^2},$$

\hat{h}_i^2 : é o valor estimado da i -ésima herdabilidade para determinada característica;

$$\hat{h}_+^2 = \frac{\sum_{i=1}^k w_i \hat{h}_i^2}{\sum_{i=1}^k w_i};$$
 é o valor da estimativa combinada das herdabilidades;

k : é o número de valores amostrais para a referida característica estimada;

Q : é a estatística de distribuição aproximada de qui-quadrado com $k-1$ graus de liberdade.

Quando não for fornecido pelo estudo a variância (s_i^2) da herdabilidade (h_i^2), calculou-se ambas por uma das duas equações apresentadas por Giannotti (2004):

$S_i^2 = \frac{32\hat{h}_i^2}{N}$, quando a estimativa da h_i^2 for realizada a partir de modelo animal ou modelo touro;

$S_i^2 = \frac{2}{\sqrt{N}}$, quando a estimativa da h_i^2 foi feita a partir de regressão da progênie do pai ou regressão da progênie da mãe;

Para saber o grau de heterogeneidade dos dados, efetuou-se a Estatística I^2 , seguindo a metodologia empregada por Rodrigues (2010), que é dados por:

$$I^2 = \frac{Q - (J - 1)}{Q} \times 100\%$$

Em que :

Q : é a estatística Q do teste de Cochran

J : é o número de estudos envolvidos na meta-análise

O grau de heterogeneidade obtido pela estatística I^2 , pode variar de 0% a 100%. Os valores que se apresentam próximos a 0%, é indicativo de não heterogeneidade entre os estudos, próximos de 25% indicam baixa heterogeneidade, próximos de 50% indicam heterogeneidade moderada e próximos de 75% indicam alta heterogeneidade entre os estudos (RODRIGUES, 2010).

Na meta-análise, o teste de Homogeneidade é importante para definir o modelo que será utilizado na estimativa da herdabilidade combinada, podendo ela ser o modelo de efeito fixo ou o modelo de efeito aleatório.

3.6. Estimativa combinada

O modelo de efeito fixo, demonstrou ser o mais recomendado para estimar a h^2 combinada neste trabalho, no qual é dado por:

$$\hat{h}_i^2 = \hat{h}_+^2 + \varepsilon_i$$

Em que:

\hat{h}_i^2 : é o valor da i-ésima herdabilidade de determinada característica;

\hat{h}_+^2 : é o valor da estimativa combinada das herdabilidades;

ε_i : é o erro aleatório ($\varepsilon_i \sim N(0, \tau^2)$);

O resultado do modelo de efeito fixo, será uma variação aleatória cujo τ^2 é igual a 0.

3.7. Forest Plot

Os resultados de uma meta-análise são apresentados por um gráfico, chamado de *forest plot*. Este gráfico demonstra as informações individuais de cada estudo incluído na meta-análise, no qual é mostrado as informações de variabilidade de cada estudo e a medida de efeito metanalítico (LEWIS; CLARKE, 2001; MOJA et al., 2007; MAZIN; MARTINEZ, 2009).

Para cada estudo, o gráfico exibe um símbolo em forma de diamante, que representa o valor da estimativa combinada, no qual o seu tamanho é proporcional ao peso do estudo na meta-análise (RODRIGUES, 2010). Os símbolos de maior tamanho, indicam que o estudo é de maior peso, devido ao seu maior tamanho amostral. O intervalo de confiança para cada estudo é representado na linha horizontal, sendo que, quanto maior é esta linha, maior é a variabilidade dentro do estudo (MAZIN; MARTINEZ, 2009; RODRIGUES, 2010). Também é apresentado no *forest plot* uma linha vertical, que separa as regiões onde o risco relativo é menor ou maior que 1 (MAZIN; MARTINEZ, 2009).

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1. Descritiva dos dados

Na tabela 1 é apresentado a estatística descritiva, exibindo o número de observações, os valores de mínimo e máximo, amplitude, média aritmética, desvio padrão, coeficiente de variação e variância das h^2 de CAR e CGR. Verifica-se que o uso da meta-análise para as características de eficiência alimentar estudadas é de grande contribuição para os pecuaristas, visto que, a amplitude se mostrou alta. O CGR é a característica que apresenta menor número de observações coletadas na literatura, por se tratar de uma

característica recentemente elaborada, de difícil cálculo do consumo individual dos animais, falta de mão-de-obra qualificada e maior interesse dos produtores em selecionar os animais para características ligadas ao ganho de peso. Em contrapartida, o CAR exibiu maior número de estimativas coletadas, por ser uma característica estudada há mais tempo, porém, com recente estimação na raça Nelore, em virtude do estudo mais antigo amostrado ser datado do ano de 2011.

A média aritmética das h^2 amostradas de CAR e CGR (tabela 1), exibiram valores de 0,22 e 0,20, respectivamente, estando os valores próximos um do outro e com diferença de 0,02.

Além disso, foi possível observar que os animais apresentaram média de 350 dias de idade e 282 kg. Para o CAR, foi obtido média de 358 dias de idade e 293 kg, e o CGR, 333 dias de idade e 256 kg.

Tabela 1: Estatística descritiva das herdabilidades amostradas de CAR e CGR

Herdabilidades	CAR	CGR
Nº de observações	36	13
Mínimo	0,13	0,11
Máximo	0,37	0,54
Amplitude	0,24	0,43
Média	0,22	0,20
Desvio Padrão	0,07	0,15
Coefficiente de Variação	31,8%	75,0%
Variância	0,005	0,023

Na Figura 1, é apresentado o gráfico de box-plot das características CAR e CGR. Observa-se que o gráfico da estimativa h^2 de CAR, demonstra a mediana próxima do valor da média aritmética, o que é um indicativo de distribuição normal dos dados, e não constou com a presença de *outliers*, que são dados com valores discrepantes. Os valores denominados *outliers* são interpretados como divergentes e que possivelmente não pertencem à população analisada (NAVES, 2021). No gráfico de box-plot, a distância entre o primeiro e o terceiro quartil é nomeada de Range Interquartilico (RIQ), no qual, contém

praticamente 50% dos dados observados, e se o valor analisado exceder 1,5 vezes o valor do RIQ, tanto para cima ou para baixo, esse valor pode ser compreendido como um outlier (NETO et al., 2017). Por outro lado, a estimativa h^2 de CGR conteve dois *outliers* em seu gráfico, cujos valores foram de 0,54 e 0,544. Os dados se mostraram discrepantes, em função de ambos os trabalhos compilarem 13 experimentos diferentes realizados em várias regiões do país, no qual, utilizaram três tipos de sistema de confinamento e com bovinos apenas do sexo masculino.

Os valores discrepantes podem influenciar na distribuição das h^2 , assim, procedeu-se a análise com a retirada dos *outliers*, seguindo a metodologia empregada por Lima (2018), calculando-se novamente as variáveis da estatística descritiva (Tabela 2) e outro gráfico de box-plot (Figura 2) para CGR.

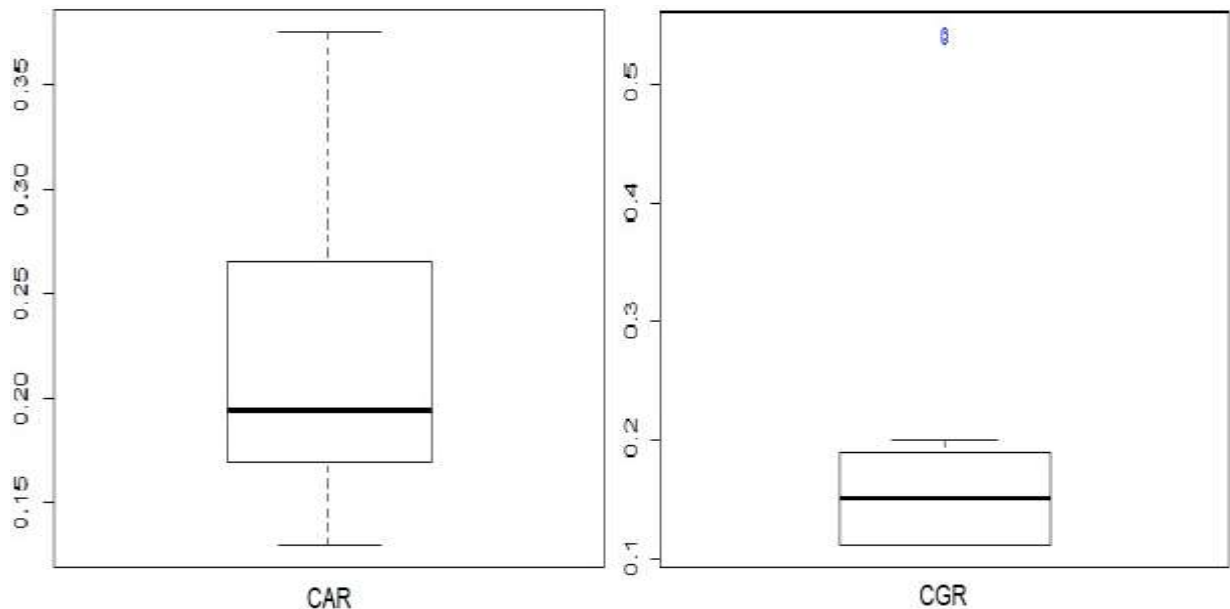
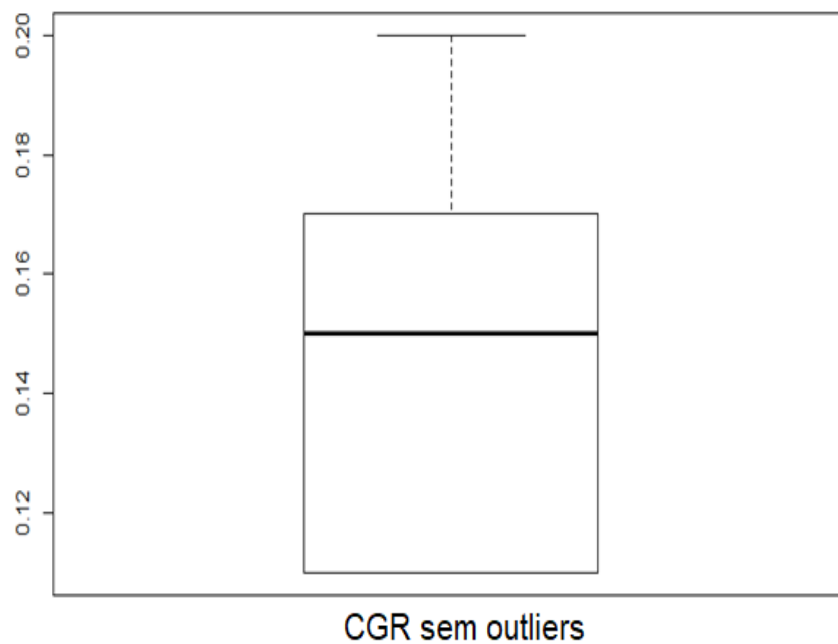


Figura 1: Gráfico de Box-plot das estimativas de herdabilidade para as características CAR e CGR.

A estatística descritiva apresentada na tabela 2, expõe a amplitude, o desvio padrão e coeficiente de variação do CGR sem *outliers* com valores menores quando comparada com a do CGR com valores discrepantes. No gráfico de box-plot de CGR sem *outliers* (Figura 2), a média da h^2 se mostrou próxima da mediana, podendo indicar que as estimativas de todas as h^2 se aproximam a uma distribuição normal dos dados.

Tabela 2: Estatística descritiva da herdabilidade amostradas de CGR sem *outliers*

Herdabilidade	CGR sem outliers
Nº de observações	11
Mínimo	0,11
Máximo	0,20
Amplitude	0,09
Média	0,14
Desvio padrão	0,03
Coefficiente de variação	21,4%
Variância	0,001

**Figura 2:** Gráfico de Box-Plot das estimativas de herdabilidade para CGR sem *outliers*.

4.2. Vício de publicação

Na Figura 3, é apresentado o gráfico de funil das estimativas de h^2 de CAR e CGR. Embora, o número de observações seja baixo para ambos os índices de eficiência e possível observar a distribuição dos pontos para CAR ao longo do gráfico, indicando a provável formação de um funil simétrico invertido e possibilitando a afirmação da não

ocorrência de vício de publicação na pesquisa bibliográfica realizada. Já para CGR, não é possível identificar a formação funil, em razão do baixo número de estimativas na meta-análise desta característica assim como afirma Giannotti (2004). Desta forma, Wang e Bushman (1999), propuseram utilizar o gráfico de quantil-quantil para também averiguar o vício de publicação.

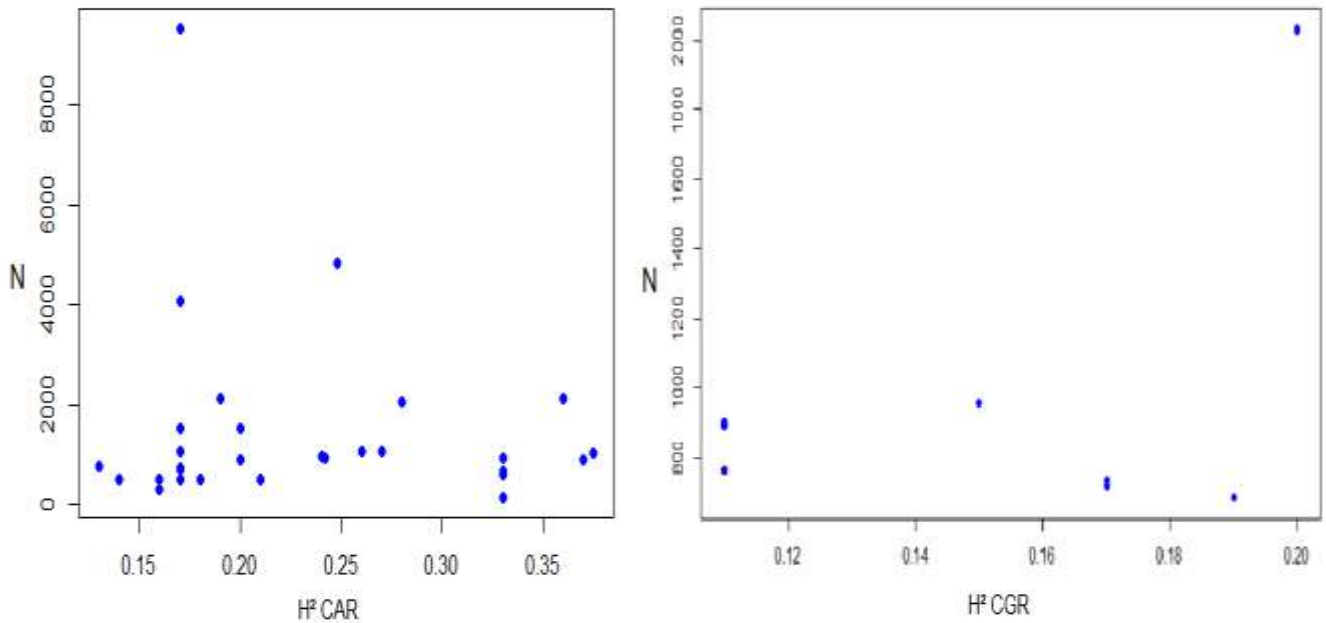


Figura 3: Gráfico de Funil das estimativas de herdabilidade para as características CAR e CGR.

A Figura 4, exibe o gráfico de quantil-quantil para as estimativas de h^2 de CAR e CGR. Por meio dela é possível observar que os pontos do índice de estimativa CAR se apresentara com ausência do vício de publicação, visto que, os pontos estão dispostos ao longo da reta que passa pela origem e com 69,4% das estimativas entre -1 e 1. Em contrapartida, não possível observar a ausência do vício de publicação para a característica CGR, no qual, os pontos estão dispersos e tendo entre -1 e 1, 63,6% das estimativas.

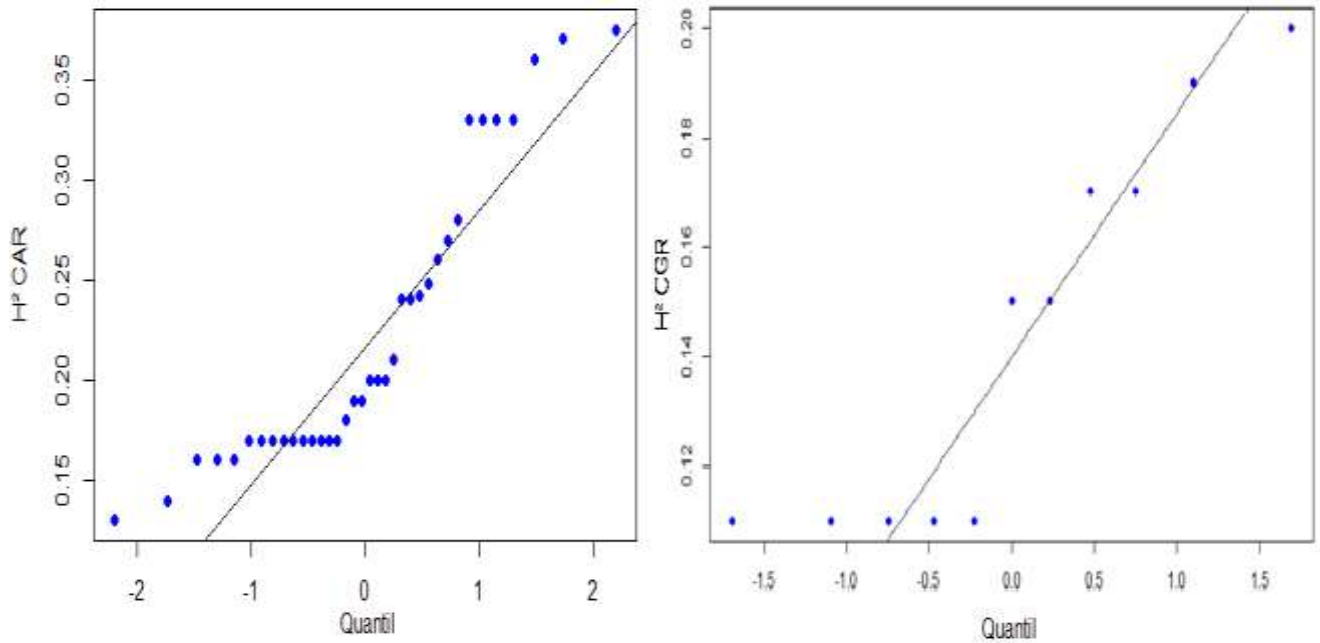


Figura 4: Gráfico de Quantil-Quantil das estimativas de herdabilidade de CAR e CGR

4.3. Teste de Normalidade

A Tabela 3, mostra os valores dos testes estatísticos de normalidade de Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov e Anderson-Darling e os seus respectivos p-valor das estimativas de h^2 de CAR e CGR. Nota-se que ambos os índices de eficiência rejeitaram a hipótese nula, não seguindo uma distribuição normal dos dados, considerando um nível mínimo de significância de 0,05. Desta forma, foi necessário a transformação dos dados pela metodologia box-cox, conforme realizado por Felipe (2018). Na meta-análise realizada por Giannotti (2004), as características estudadas não seguiram uma distribuição normal, sendo realizado a transformação dos dados por box-cox. Esse acontecimento pode ser causado pela amplitude dos dados coletados na literatura.

Tabela 3: Valores da estatística do teste de Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov e Anderson-Darling para normalidade e o seus respectivos p-valor das estimativas de herdabilidade de CAR e CGR

CAR		
	W	p-valor
Shapiro-Wilk	0,85781	0,0028
Kolmogorov-Smirnov	0,70681	4,441e-16
Anderson-Darling	2,0896	2e-05
CGR		
	W	p-valor
Shapiro-Wilk	0,83324	0,02575
Kolmogorov-Smirnov	0,53359	0,00380
Anderson-Darling	0,7802	0,0292

A transformação dos dados por box-cox para as características de h^2 CAR e CGR, promoveu a minimização de soma de quadrado do resíduo do modelo, apresentando o valor de $-0,99$ de λ para ambos os índices, e o seu cálculo foi efetuado no software *R studio 4.1.2.*, no qual foi fornecido o λ e as h^2 já transformadas.

A tabela 4, demonstra os valores dos testes estatísticos de normalidade de Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov e Anderson-Darling e os seus respectivos p-valor das estimativas transformadas de h^2 de CAR e CGR. Percebe-se que a transformação dos índices de eficiente alimentar por box-cox, fez com que ambas as características não rejeitassem a hipótese nula no teste de Kolmogorov-Smirnov, assim, os dados possuem uma distribuição normal e procedendo-se com a análise.

Tabela 4: Valores da estatística do teste de Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov e Anderson-Darling para normalidade e o seus respectivos p-valor das estimativas transformadas de herdabilidade de CAR e CGR

CAR		
	W	p-valor
Shapiro-Wilk	0,92911	0,02352
Kolmogorov-Smirnov	0,18502	0,1699
Anderson Darling	1,0787	0,0068

	CGR	
	W	p-valor
Shapiro-Wilk	0,79764	0,00875
Kolmogorov-Smirnov	0,29646	0,2884
Anderson-Darling	0,97767	0,00864

4.4. Teste de Homogeneidade

A tabela 5, apresenta o resultado do teste Q de Cochran para homogeneidade das estimadas de h^2 transformadas de CAR e CGR. Constatou-se que os ambos os índices de eficiência, não rejeitam a hipótese de homogeneidade, no qual, os estudos são homogêneos e não existe variação entre eles. Portanto, o modelo de efeito fixo é o recomendado para a estimativa de h^2 combinada para as duas características estudadas.

Tabela 5: Valores da estatística do teste Q de Cochran para homogeneidade e os seus respectivos graus de liberdade (GL) das estimativas de herdabilidade de CAR e CGR.

Teste Q de Cochran			
Característica	G.L.	Q	p-valor
CAR	35	-3,8925	0,4682*
CGR	10	-6,3462	0,4405*

*Não significativos pelo Teste de Q de Cochran

Na tabela 6, é apresentado os resultados da estatística I^2 para as duas características de h^2 estudadas nesse trabalho. Verifica-se, que ambos os índices de eficiência alimentar tiveram valores iguais, evidenciando a não heterogeneidade entre os estudos e reforçando os valores apresentados no Teste Q de Cochran.

Tabela 6: Valores do teste de estatística I^2 para homogeneidade das estimativas de herdabilidade de CAR e CGR

Estatística I^2	
CAR	0,00%
CGR	0,00%

4.5. Estimativa combinada

Como o resultado no teste de homogeneidade considerou que não existe variação entre os estudos, utilizou-se o modo de efeito fixo para estimar a h^2 combinada. Logo, assumiu-se que o valor de τ^2 é igual a 0, indicando que não existe variância entre os estudos.

Na tabela 7, são demonstrados os valores das estimativas combinadas (valor metanalítico) e o desvio padrão para as duas características analisadas nesse trabalho. Desta forma, constatou-se ambos os índices de eficiência estudos nesse trabalho, obtiveram valores de h^2 combinada moderada.

Tabela 7: Estimativa combinada e desvio padrão para as características CAR e CGR.

Característica	Estimativas Combinadas (Valor Metanalítico)	
	\hat{h}_+^2	s_+
CAR	0,22	0,01
CGR	0,14	0,01

Conhecer o grau de consistência (confiabilidade) da h^2 é importante na tomada de decisão dos programas de seleção, pois, está diretamente relacionado com o ganho genético anual do rebanho. Quando a h^2 é alta, o ganho genético tende a ser alto, por outro lado, quando a h^2 é baixa, o ganho genético propende a ser baixo. No momento da seleção, é desejável utilizar características que apresentem h^2 moderada ou alta, visando o maior ganho genético dos animais. As características estudadas nesse trabalho, têm h^2 moderada e quando utilizadas trarão um expressivo progresso genético.

Quando comparamos os dados de h^2 obtidos neste trabalho com outros presentes na literatura, observa-se valores próximos de CAR nos estudos realizados por Del Claro (2011), Ceacero et al. (2016), Benfica et al. (2020) e Ceacero (2015), que foram de $0,21 \pm 0,00$, $0,20 \pm 1,79$, $0,20 \pm 1,96$ e $0,20 \pm 1,79$, respectivamente. Já para CGR, os valores se mostraram próximos nos trabalhos de Ceacero et al. (2016) e Ceacero (2015), exibindo valores de h^2 de $0,15 \pm 1,54$ em ambos os estudos.

4.6. Forest plot

Na figura 5, é apresentado o gráfico de *forest plot* para os dados de h^2 da característica CAR coletados na literatura. Através dele, constatou-se que todos os estudos levantados para a análise metanalítica, demonstraram o mesmo peso e viabilidade, tendo o valor metanalítico de 0,22 e intervalo de confiança de $0,20 \pm 0,25$. O estudo que exibiu maior valor de h^2 , foi o de Santana M. H. A. (2013) e o de menor de Grion A. L. (2014), com 0,38 e 0,13, respectivamente.

Percebe-se que maioria dos estudos coletados, encontraram h^2 de CAR menores que o encontrado neste trabalho, sugerindo uma subestimação desses valores, por consequência do menor número de observações. O desvio padrão dos dados presentes na literatura, demonstraram-se distante do desvio padrão combinado, relevando que os valores amostrais estão convenientemente distribuídos ao redor da média. Entretanto, quando o valor do desvio padrão é menor, a amostra é mais homogênea, conforme é o resultado do desvio padrão combinado.

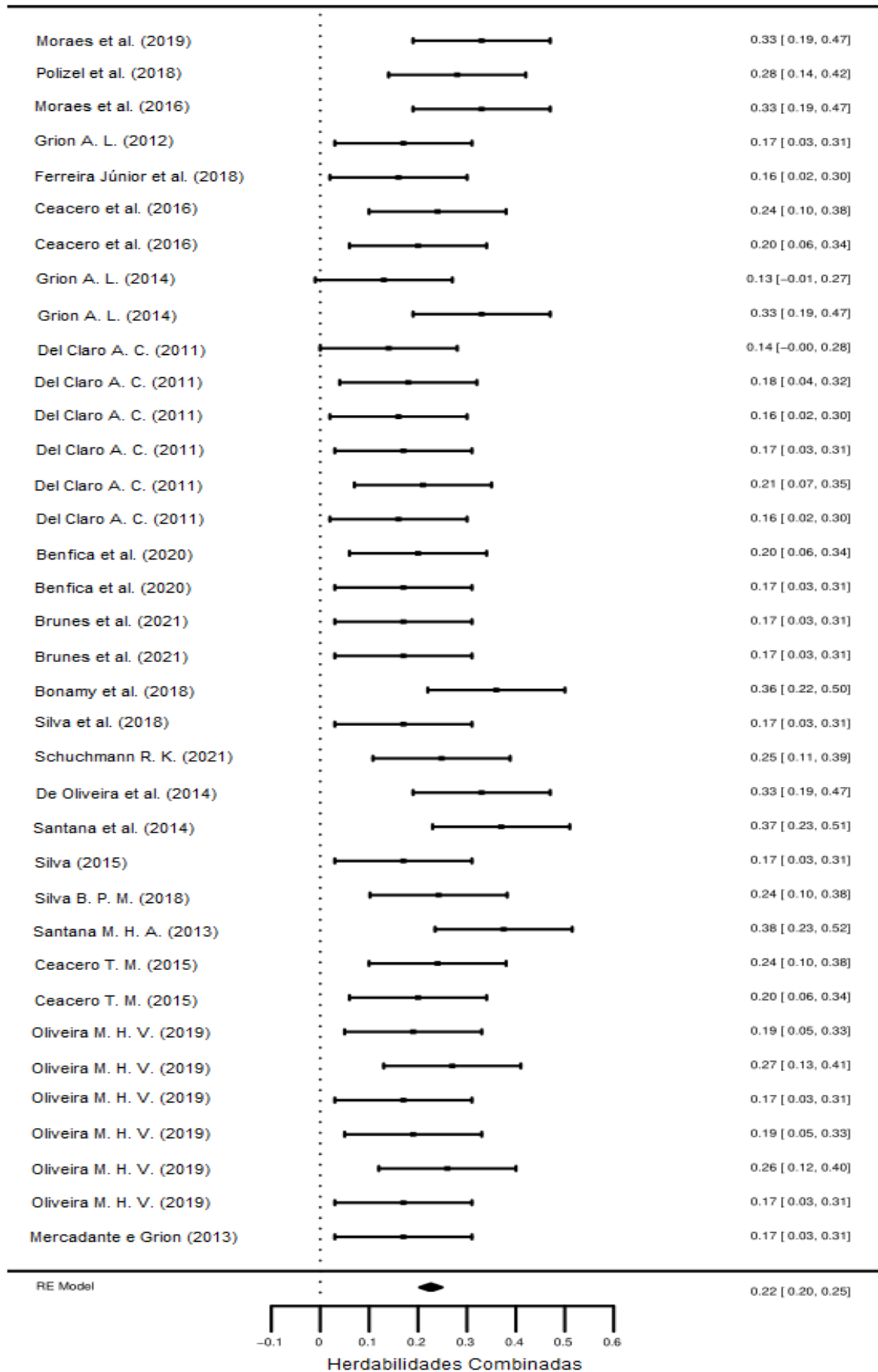


Figura 5: Forest Plot dos dados de herdabilidade do CAR.

A figura 6, mostra o gráfico de Forest plot para os dados de h^2 do índice de eficiência CGR coletados na literatura. Observa-se que os estudos levantados para análise, demonstram o mesmo peso e viabilidade, assim como os dados de CAR (figura 5). O valor metanalítico foi de 0,14 e com intervalo de confiança de $0,12 \pm 0,16$. O estudo que apresentou o maior valor de h^2 , foi o de Brunet et al. (2021) e o menor de Grion A. L. (2014), Ceacero et al. (2016) e Ceacero T. M. (2015), com 0,21 e 0,11, respectivamente.

Nota-se que os dados coletados, apresentaram menor h^2 de CGR, no qual, indica subestimação dos dados e com desvios padrões distantes do desvio padrão combinado.

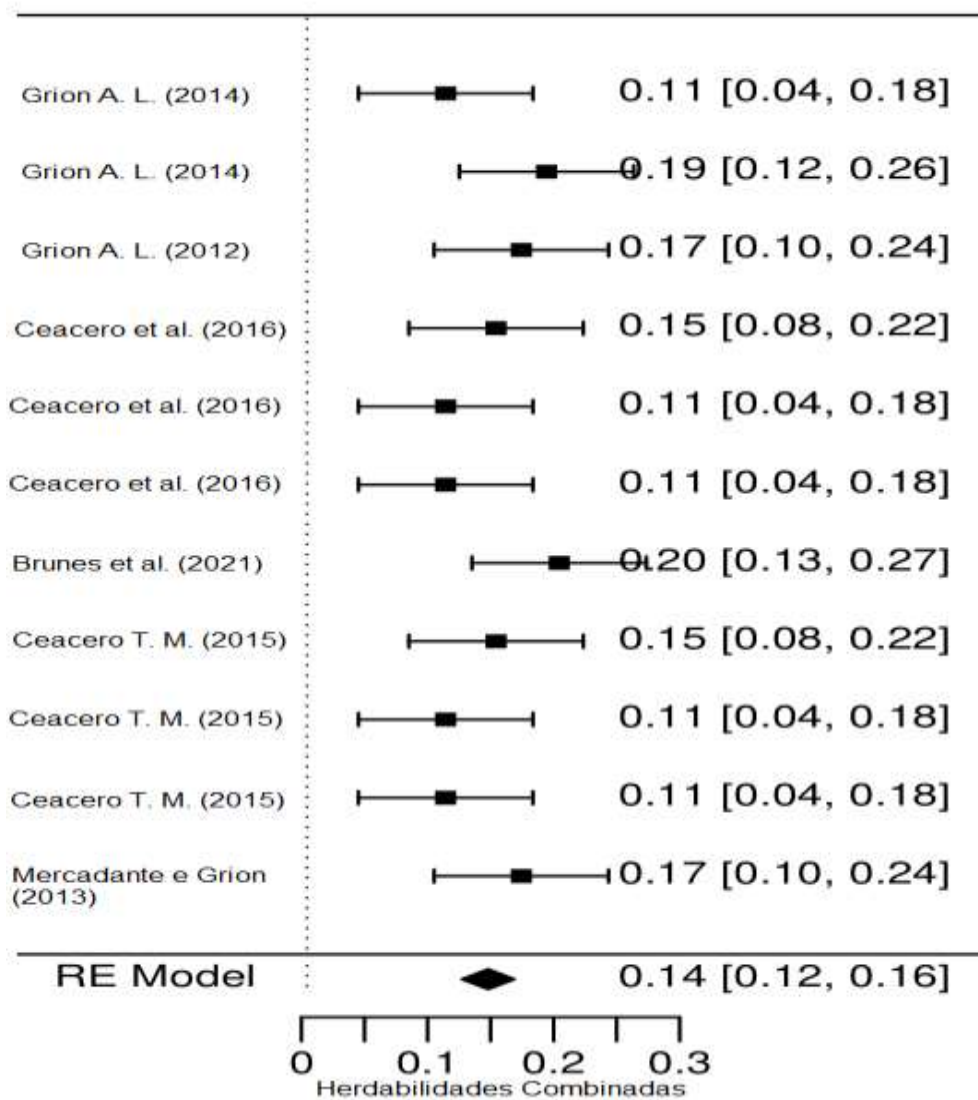


Figura 6: Forest Plot dos dados de herdabilidade do CGR.

Em ambas as características de eficiência alimentar estudadas nesse trabalho, nota-se a existência de grande dispersão dos valores estimados de h^2 , no qual, um trabalho que avalie a compilação das estimativas, resulta na mensuração mais compilada dos valores de h^2 . Desta forma, o resultado da pesquisa pode ser utilizado como meio de orientação para técnicos e pecuaristas em programas de melhoramento genético. Entretanto, é importante ressaltar que a dispersão entre as estimativas presentes na literatura é normal, visto que, a h^2 é um conceito estatístico, variando de uma população para outra e de um ambiente para outro.

5. CONCLUSÃO

O CAR e o CGR, obtiveram valores de h^2 moderada. Portanto, podem ser utilizadas por técnicos e produtores para obtenção do expressivo progresso genético em bovinos da raça Nelore. Desta forma, é importante estimar a herdabilidade de determinada característica em cada população, pois a variância genética aditiva e a variância fenotípica, variam entre as populações, ambientes em que estão inseridos e mudam a cada geração.

6. REFERÊNCIAS USADAS NA META-ANÁLISE

BENFICA, Lorena Ferreira et al. Genetic association among feeding behavior, feed efficiency, and growth traits in growing indicine cattle. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. 11, p. skaa350, 2020. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/98/11/skaa350/5944080?login=false>. Acesso em: 14 fev. 2022.

BONAMY, Martin et al. Genetic association between different criteria to define sexual precocious heifers with growth, carcass, reproductive and feed efficiency indicator traits in Nelore cattle using genomic information. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 136, n. 1, p. 15-22, 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jbg.12366>. Acesso em: 14 fev. 2022.

BRUNES, L. C. et al. Genomic prediction ability for feed efficiency traits using different models and pseudo-phenotypes under several validation strategies in Nelore cattle. **Animal**, v. 15, n. 2, p. 100085, 2021. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731120300872>. Acesso em: 14 fev. 2022.

BRUNES, Ludmilla C. et al. Weighted single-step genome-wide association study and pathway analyses for feed efficiency traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 138, n. 1, p. 23-44, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jbg.12496>. Acesso em: 14 fev. 2022.

CEACERO, T. M. **Correção entre características de eficiência alimentar, de crescimento e de carcaça em bovinos nelore**. 2015. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2318056. Acesso em: 11 fev. de 2022.

CEACERO, T. M. et al. Phenotypic and genetic correlations of feed efficiency traits with growth and carcass traits in Nelore cattle selected for postweaning weight. **PLoS One**, v. 11, n. 8, p. e0161366, 2016. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0161366>. Acesso em: 14 fev. 2022.

DE OLIVEIRA, Priscila SN et al. Identification of genomic regions associated with feed efficiency in Nelore cattle. **BMC genetics**, v. 15, n. 1, p. 1-10, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12863-014-0100-0>. Acesso em: 14 fev. 2022.

DEL CLARO, Ana Cecília; ODESSA-SP, Nova. **Avaliação do consumo alimentar residual de bovinos Nelore dentro e entre grupos contemporâneos**. 2011. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável). Instituto de Zootecnia. APTA/SAA. Nova Odessa-SP. Disponível em: <http://www.iz.agricultura.sp.gov.br/pdfs/1301587772.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2022.

FERREIRA JÚNIOR, Rubens J. et al. Evidence of negative relationship between female fertility and feed efficiency in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 96, n. 10, p. 4035-4044, 2018. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/96/10/4035/5050237>. Acesso em: 14 fev. 2022.

GRION, André Luiz; ODESSA, Nova. Parâmetros genéticos de medidas indicadoras de eficiência alimentar de bovinos de corte. **Nova Odessa, SP: Instituto de Zootecnia**, 2012. Disponível em: <http://www.iz.agricultura.sp.gov.br/pdfs/1367498272.pdf> . Acesso em: 14 fev. 2022.

GRION, A. L. et al. Selection for feed efficiency traits and correlated genetic responses in feed intake and weight gain of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 3, p. 955-965, 2014. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/92/3/955/4702452?login=false>. Acesso em: 14 fev. 2022.

MERCADANTE, Maria Eugênia Zerlotti; GRION, André Luiz. Perspectivas de inclusão da eficiência alimentar em programas de melhoramento genético de bovinos de corte. **Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal**, v. 10, 2013. Disponível em: <http://sbmaonline.org.br/anais/x/palestras/pdfs/MariaEugeniaV2.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2022.

MORAES, Giovanna Faria de et al. **Estudo genético do consumo alimentar residual e características produtivas e reprodutivas em um rebanho Nelore**. 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/13162>. Acesso em 14 fev. 2022.

MORAES, Giovanna Faria et al. Selection for feed efficiency does not change the selection for growth and carcass traits in Nellore cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 136, n. 6, p. 464-473, 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jbg.12423>. Acesso em: 14 fev. 2022.

OLIVEIRA, Matheus Henrique Vargas de et al. **Associação do consumo alimentar residual e composição corporal em bovinos da raça Nelore**. 2019. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/183227>. Acesso em: 14 fev. 2022.

POLIZEL, Guilherme Henrique Gebim et al. Genetic correlations and heritability estimates for dry matter intake, weight gain and feed efficiency of Nellore cattle in feedlot. **Livestock Science**, v. 214, p. 209-210, 2018. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871141318301896>. Acesso em: 14 fev. 2022.

SANTANA, M. H. A. et al. Genetic parameter estimates for feed efficiency and dry matter intake and their association with growth and carcass traits in Nelore cattle. **Livestock Science**, v. 167, p. 80-85, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871141314003096>. Acesso em: 14 fev. 2022.

SANTANA, Miguel Henrique de Almeida. **Estudo genético e genômico da ingestão e eficiência alimentar em bovinos da raça Nelore (Bos indicus)**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-11022014-104223/pt-br.php>. Acesso em: 14 fev. 2022.

SILVA, Beatriz Pressi Molina da. **Arquitetura genética do consumo alimentar residual em bovinos Nelore**. 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/155931>. Acesso em: 14 fev. 2022.

SILVA, Rafael Medeiros Oliveira. **Seleção genômica e estudo de associação em um rebanho experimental da raça Nelore**. 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/136711>. Acesso em: 14 fev. 2022.

SILVA, R. M. O. et al. Accuracies of genomic prediction of feed efficiency traits using different prediction and validation methods in an experimental Nelore cattle population. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 9, p. 3613-3623, 2016. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/94/9/3613/4701631?login=false>. Acesso em: 14 fev. 2022.

SCHUCHMANN, R. K. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para características associadas ao comportamento ingestivo e eficiência alimentar em bovinos Nelore**. 2021. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/215016>. Acesso em: 14 fev. 2022.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC. **Beef report: Perfil da pecuária no Brasil**. 2021. Disponível em: <<http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2021/>>. Acesso em 03 de fev. de 2022.

ALMEIDA, Rodrigo de. **Consumo e eficiência alimentar de bovinos em crescimento**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ARAGÃO, Adalberto; CONTINI, Elisio. O agro no Brasil e no Mundo: uma síntese do período de 2000 a 2020. **Embrapa SIRE**, 2021. Disponível em: <[ARCHER, J. A. et al. 1997. Optimum post-weaning test for measurement of growth rate, feed intake, and feed efficiency in British breed cattle. **J. Anim. Sci.** v. 75, p. 2024– 2032, 1997](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maior-exportador-de-carne-bovina-do-mundo-diz-estudo#:~:text=bovino%20do%20mundo,Em%202020%2C%20o%20rebanho%20bovino%20brasileiro%20foi%20o%20maior%20do,com%20190%20milh%C3%B5es%20de%20cabe%C3%A7as.>>. Acesso em: 03 de fev. de 2022.</p>
</div>
<div data-bbox=)

ARCHER, J. A. Genetic variation in feed efficiency and its component traits. In: **Proceedings of the 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. 11-16 January, Armidale, Australia, 1998**. 1998. p. 81-84.

ARCHER, J.A.; BARWICK, S.A. Economic analysis of net feed intake in industry breeding schemes. In: ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF ANIMAL BREEDING AND GENETICS, 13, 1999, Bunbury. **Proceedings...** Bunbury: Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics, 1999. p.337-340.

ARCHER, J.A. et al. Genetic variation in feed intake and feed efficiency of mature beef cows and relationships with postweaning measurements. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, **Proceedings...** Montpellier, 2002.

ARTHUR, P. F.; RENAND, Gilles; KRAUSS, Daniel. Genetic and phenotypic relationships among different measures of growth and feed efficiency in young Charolais bulls. **Livestock Production Science**, v. 68, n. 2-3, p. 131-139, 2001.

ARTHUR, P. F. et al. Genetic and phenotypic variation in feed intake, feed efficiency and growth in beef cattle. In: **Proceedings of the twelfth conference association for the advancement of animal breeding and genetics**. 1997. p. 234-237.

BARROZO, D. **Estudo de características de desempenho e medidas por escores visuais em bovinos nelore**. 2009. 69 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/92554/barrozo_d_me_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 18 dez. 2021.

BASARAB, J.A. Latest indicator of feed efficiency spur new generation of efficient cattle. **FASS Track Newsletter**, 2003. <http://www.fass.org/fasstrack/news>

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

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

BENFICA, Lorena Ferreira et al. Genetic association among feeding behavior, feed efficiency, and growth traits in growing indicine cattle. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. 11, p. skaa350, 2020. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/98/11/skaa350/5944080?login=false>. Acesso em: 14 fev. 2022.

BERRY, D. P.; CROWLEY, J. J. Residual intake and body weight gain: A new measure of efficiency in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 1, p. 109-115, 2012.

BONAMY, Martin et al. Genetic association between different criteria to define sexual precocious heifers with growth, carcass, reproductive and feed efficiency indicator traits in Nellore cattle using genomic information. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.

136, n. 1, p. 15-22, 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jbg.12366>. Acesso em: 14 fev. 2022.

BRUNES, L. C. et al. Genomic prediction ability for feed efficiency traits using different models and pseudo-phenotypes under several validation strategies in Nelore cattle. **Animal**, v. 15, n. 2, p. 100085, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731120300872>. Acesso em: 14 fev. 2022.

BRUNES, Ludmilla C. et al. Weighted single-step genome-wide association study and pathway analyses for feed efficiency traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 138, n. 1, p. 23-44, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jbg.12496>. Acesso em: 14 fev. 2022.

CALEMAN, S.M.Q.; CUNHA, C.F. Estrutura e conduta da agroindústria exportadora de carne bovina no Brasil. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 13, n. 1, 2011.

CAMERON, N. D. Across species comparison in selection for efficiency. In: World Congress on Genetic Applied to Livestock Production, 6, 1998. Armidale. **Proceedings...** Armidale, Australia, v.25, p. 73-8, 1998.

CANTELMO, Narjara Fonseca; FERREIRA, Daniel Furtado. Desempenho de testes de normalidade multivariados avaliado por simulação Monte Carlo. **Ciência e agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1630-1636, 2007.

CARVALHO, S. P.; CUSTÓDIO, T. N.; BALIZA, D.P.; REZENDE, T. T.; Meta-análise para estimativas de herdabilidade de caracteres vegetativos e reprodutivos de Coffea arabica L. **Semina: Ciências Agrárias**, [s.l.], v. 33, n. 4, p.1291-1298, 30 ago. 2012. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n4p1291>. COOPER, Harris. *Research Synthesis and Meta-Analysis: A Step-by-Step Approach*. 5. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2016. 384 p.

CEACERO, T. M. **Correção entre características de eficiência alimentar, de crescimento e de carcaça em bovinos nelore**. 2015. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2318056. Acesso em: 11 fev. de 2022.

CEACERO, T. M. et al. Phenotypic and genetic correlations of feed efficiency traits with growth and carcass traits in Nelore cattle selected for postweaning weight. **PLoS One**, v. 11, n. 8, p. e0161366, 2016. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0161366>. Acesso em: 14 fev. 2022.

CHAVES, A. S. **Relações entre eficiência alimentar e características de carcaça, qualidade de carne, batimentos cardíacos e consumo de oxigênio em bovino**. 2013, 132 f. Tese (Doutorado em Ciência animal e pastagens). Universidade de São Paulo, Piracicaba. 04/10/2013. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-05112013-162453/pt-br.php>. Acesso em: 04 dez. 2021.

CHIZZOTTI, M. L. et al. Validation of a system for monitoring individual feeding behavior and individual feed intake in dairy cattle. **Journal of dairy science**, v. 98, n. 5, p. 3438-3442, 2015.

DA CUNHA NASCIMENTO, Dahan et al. Testes de normalidade em análises estatísticas: uma orientação para praticantes em ciências da saúde e atividade física. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, v. 14, n. 2, 2015.

DA TESTE, Duração. **Título: Consumo alimentar residual como estratégia de seleção e efeitos nas características de carcaça, obtidas por ultrassom, em machos da raça BRANGUS**. 2020. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul Porto Alegre.

DE ALMEIDA SANTANA, Miguel Henrique et al. Medidas de eficiência alimentar para avaliação de bovinos de corte. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 13, n. 2, p. 95-107, 2014.

DE MORAES, Giovanna Faria et al. Utilização do Consumo Alimentar Residual em Prol do Melhoramento Genético de Bovinos de Corte. **Embrapa Cerrados-Documents (INFOTECA-E)**, 2016.

DE OLIVEIRA, J. H. F.; MAGNABOSCO, C. de U.; BORGES, AM de SM. Nelore: base genética e evolução seletiva no Brasil. **Embrapa Cerrados. Documentos**, 2002.

DE OLIVEIRA, Priscila SN et al. Identification of genomic regions associated with feed efficiency in Nelore cattle. **BMC genetics**, v. 15, n. 1, p. 1-10, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12863-014-0100-0>. Acesso em: 14 fev. 2022.

DE SOUZA, Bruna Maria Salotti; GONÇALVES, Guilherme Arruda. A IMPORTÂNCIA DO ABATE HUMANITÁRIO E BEM-ESTAR ANIMAL NA CADEIA DE PRODUÇÃO DA CARNE BOVINA. **Revista Científica de Medicina Veterinária-UNORP**, 2017.

DEL CLARO, Ana Cecília; ODESSA-SP, Nova. **Avaliação do consumo alimentar residual de bovinos Nelore dentro e entre grupos contemporâneos**. 2011. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável). Instituto de Zootecnia. APTA/SAA. Nova Odessa-SP. Disponível em: <http://www.iz.agricultura.sp.gov.br/pdfs/1301587772.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2022.

DEVRIES, T. J. et al. Validation of a system for monitoring feeding behavior of dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 86, n. 11, p. 3571-3574, 2003.

EGGER, M.; SMITH, G. D. Meta-analysis bias in location and selection of studies. **British Medical Journal**, [s.l.], v. 316, n. 7124, p.61-66, 3 jan. 1998. British Medical Journal. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.316.7124.61>. Acesso em: 17 dez. 2021.

ELER, J. P. **Teorias e métodos em melhoramento genético animal: I bases do melhoramento genético animal**. Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP. 2017.

ELOY, Lidiane Raquel. **Meta-análise do desempenho reprodutivo de novilhas e vacas primíparas de corte**. 2017.

EMBRAPA. **O papel do zebu na pecuária de corte brasileira**. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/9523901/artigo-papel-do-zebu-na-pecuaria-de-corte-brasileira>. Acesso em: 22 out. 2020.

FAGARD, R.H.; STAESSEN, J.A.; THIJS, L. Advantages and disadvantages of the meta-analysis approach. **Journal of Hypertension**, v.14, suppl.2, p.9-13, 1996

FAN, LQ; BAILEY, RDC; SHANNON, NH Estimativa de parâmetros genéticos de ganho pós-desmame, consumo de ração e eficiência alimentar para touros Hereford e Angus alimentados com duas dietas diferentes. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 2, pág. 365-372, 1995.

FAVERO, R.; GOMES, R. C.; MENEZES, GR de O. Implicações da seleção pelo consumo e ganho residual no desempenho e características de carcaça de bovinos da raça Brahman. In: **Embrapa Gado de Corte-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: BEEFEXPO. 2015., Foz do Iguaçu, Brasil. Anais...[s.l.: sn]., p. 39-45, 2015., 2015.

FELIPE, Ester Ferreira et al. **Meta-análise em estimativas de herdabilidade de características de crescimento em bovinos da raça nelore**. 2018. Disponível em

FELIPE, Ester Ferreira; DA SILVA, Natascha Almeida Marques; DE MORAES, Giovanna Faria. Meta-análise para estimativas de herdabilidade de características ponderais em bovinos da raça nelore Meta-analysis for herdability estimates of weight characteristics in cattle of the nelore breed. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 59365-59379, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Giovanna-Moraes2/publication/353000114_Metaanalise_para_estimativas_de_herdabilidade_de_caracteristicas_ponderais_em_bovinos_da_raca_nelore_Meta-analysis_for_herdability_estimates_of_weight_characteristics_in_cattle_of_the_nelore_breed/links/61795911a767a03c14be1425/Meta-analise-para-estimativas-de-herdabilidade-de-caracteristicas-ponderais-em-bovinos-da-raca-nelore-Meta-analysis-for-herdability-estimates-of-weight-characteristics-in-cattle-of-the-nelore-breed.pdf. Acesso em: 27 fev. 2022.

FERREIRA JÚNIOR, Rubens J. et al. Evidence of negative relationship between female fertility and feed efficiency in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 96, n. 10, p. 4035-4044, 2018. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/96/10/4035/5050237>. Acesso em: 14 fev. 2022.

FERREL, C.L.; JENKINS, T.G. Energy utilization by mature, nonpregnant, nonlactating cows of different types. **Journal of Animal Science**, v.58, p.234-243, 1984

FERRELL, C. L.; JENKINS, T. G. Energy utilization by hereford and simmental males and females. **Animal Production**, v. 41, p. 53-61, 1985.

FIELD, A. **Descobrimos a estatística usando o SPSS**. São Paulo: Artmed, 2009.

GIANNOTTI, JDG. **Meta-análise de parâmetros genéticos de características de crescimento em bovinos de corte sob enfoques clássico e bayesiano**. 2004. 86f. 2004. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

GLASS, G. V. Primary, Secondary, and Meta-Analysis of Research. **Educational Researcher**, [s.l.], v. 5, n. 10, p.3-8, nov. 1976. American Educational Research Association

(AERA). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3102/0013189x005010003>. Acesso em 23 nov. 2020.

GOMES, Rodrigo da Costa. **Metabolismo proteico, composição corporal, características de carcaça e qualidade de carne de novilhos Nelore (Bos indicus) em função de seu consumo alimentar residual**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

GOMES, RC et al. Desempenho do confinamento, reclassificação da eficiência alimentar, características de carcaça, composição corporal, exigências energéticas, qualidade da carne e atividade do sistema calpaina em novilhos Nelore com baixo e alto consumo residual de ração. **Pecuária Ciência**, v. 150, n. 1-3, pág. 265-273, 2012.

GONÇALVES, F. B. D. **Avaliação do componente genético na expressão fenotípica de características de eficiência alimentar de bovinos da raça Nelore**. 2019.

GRION, André Luiz; ODESSA, Nova. Parâmetros genéticos de medidas indicadoras de eficiência alimentar de bovinos de corte. **Nova Odessa, SP: Instituto de Zootecnia**, 2012. Disponível em: <http://www.iz.agricultura.sp.gov.br/pdfs/1367498272.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2022.

GRION, A. L. et al. Selection for feed efficiency traits and correlated genetic responses in feed intake and weight gain of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 3, p. 955-965, 2014. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/92/3/955/4702452?login=false>. Acesso em: 14 fev. 2022.

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

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.

HEDGES, L.V. Meta-analysis. **Journal of Educational Statistics**, v.17, n.4, p.279-296, 1992.

HOQUE, M.A. et al. Genetic parameters for measures of energetic efficiency on bulls and their relationships with carcass traits of field progeny in Japanese Black cattle. **Journal of Animal Science**. v.87, p.99-106, 2009.

HOQUE, M.A.; OIKAWA, T. Comparison and relation among different estimates of residual feed intake for Japanese Black (Wagyu) bulls. **Animal Science Journal**, v.75, p.201–205, 2004.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Indicadores: estatística da produção pecuária. 2020.

KENNEDY, BW; VAN DER WERF, JH; MEUWISSEN, TH Propriedades genéticas e estatísticas do consumo alimentar residual. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 12, pág. 3239-3250, 1993.

KOCH, Robert M. et al. Efficiency of feed use in beef cattle. **Journal of animal science**, v. 22, n. 2, p. 486-494, 1963.

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**, v.87, p.1528-1539, 2009a.

LANCASTER, P.A. et al. Phenotypic and genetic relationship of residual feed intake with performance and ultrasound carcass traits in Brangus heifers. **Journal of Animal Science**, v.87, p.3887-3896, 2009b.

LANNA, D. P. D.; ALMEIDA, R. Exigências nutricionais e melhoramento genético para eficiência alimentar: Experiências e lições para um projeto nacional. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 248-259, 2004.

LANNA, DANTE PAZZANESE; ALMEIDA, R. Residual Feed Intake: um novo critério de seleção. **Simpósio da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal**, v. 5, 2004.

LEOTTI, Vanessa Bielefeldt; BIRCK, Alan Rodrigues; RIBOLDI, João. Comparação dos Testes de Aderência à Normalidade Kolmogorov-smirnov, Anderson-Darling, Cramer–Von Mises e Shapiro-Wilk por Simulação. **Anais do 11º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agronômica**, 2005.

LEWIS, Steff; CLARKE, Mike. Forest plots: trying to see the wood and the trees. **Bmj**, v. 322, n. 7300, p. 1479-1480, 2001.

LIMA, Natalia Ludmila Lins. **Eficiência produtiva em cordeiros classificados pelo consumo alimentar residual (CAR) e consumo e ganho residual (CGR)**. 2016.

LIMA, Luís Fernando Maia et al. A influência de outliers nos estudos métricos da informação: uma análise de dados univariados. **Em Questão**, v. 24, p. 216-235, 2018. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/EmQuestao/article/view/86661>. Acesso em: 10 fev. 2022.

LIU, M. F. et al. A study on the variation of feed efficiency in station tested beef bulls. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 80, n. 3, p. 435-441, 2000.

LOPES, J. S.; SOUZA, P. R. S.; RORATO, P. R. N.; WEBER, T.; BOLIGON, A. A.; DORNELES, C. K. P. Efeitos ambientais e genéticos sobre peso ao nascer e peso ajustado para 205 dias de bovinos nelore na região sul do Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** . Goiânia: SBZ, 2005.

LOVATTO, Paulo Alberto et al. Meta-análise em pesquisas científicas: enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 285-294, 2007.

LUIZ, A.J.B. Meta-análise: definição, aplicação e sinergia com dados espaciais. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.19, p.407-428, 2002.

MAGNABOSCO, C. de U. et al. Ferramentas genéticas e genômicas na avaliação da eficiência alimentar de bovinos de corte. **Embrapa Cerrados-Documents (INFOTECA-E)**, 2020.

MAGNANI, E. **Caracterização do consumo alimentar residual e relações com desempenho e metabolismo de fêmeas nelore**. 2011. Dissertação de Mestrado. Instituto de Zootecnia. Nova Odessa.

MALAFAIA, Guilherme Cunha; BISCOLA, Paulo Henrique Nogueira; DIAS, Fernando Rodrigues Teixeira. Os impactos da COVID-19 para a cadeia produtiva da carne bovina brasileira. **Embrapa Gado de Corte-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2020.

MARTINS, Paulo Campos. **Consumo alimentar residual e ganho de peso residual em novilhas F1 Girolando**. 2017.

- MAZIN, Suleimy Cristina; MARTINEZ, Edson Zangiacomí. MÉTODOS ESTATÍSTICOS EM METANÁLISE I: INTRODUC AO. **Rev. Bras. Biom**, v. 27, n. 2, p. 139-160, 2009.
- MENDES, E. D. M. et al. Validation of a system for monitoring feeding behavior in beef cattle. **Journal of animal science**, v. 89, n. 9, p. 2904-2910, 2011.
- MENDES, Egleu Diomedes Marinho; CAMPOS, Mariana Magalhães. Eficiência alimentar em bovino de corte. **Embrapa Pantanal-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2016.
- MERCADANTE, Maria Eugênia Zerlotti; GRION, André Luiz. Perspectivas de inclusão da eficiência alimentar em programas de melhoramento genético de bovinos de corte. **Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal**, v. 10, 2013. Disponível em: <http://sbmaonline.org.br/anais/x/palestras/pdfs/MariaEugeniaV2.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2022.
- MOJA, L. et al. Understanding systematic reviews: the meta-analysis graph (also called ‘forest plot’). **Internal and emergency medicine**, v. 2, n. 2, p. 140-142, 2007.
- MORAES, Giovanna Faria de et al. **Estudo genético do consumo alimentar residual e características produtivas e reprodutivas em um rebanho nelore**. 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/13162>. Acesso em 14 fev. 2022.
- MORAES, Giovanna Faria et al. Selection for feed efficiency does not change the selection for growth and carcass traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 136, n. 6, p. 464-473, 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jbg.12423>. Acesso em: 14 fev. 2022.
- NAVES, Ana Carolina dos Santos. **Estudo da herdabilidade das características estrutura, precocidade, musculosidade e conformação**. 2021.
- NETO, José Valladares et al. Boxplot: um recurso gráfico para a análise e interpretação de dados quantitativos. **Revista Odontológica do Brasil Central**, v. 26, n. 76, 2017.
- OLIVEIRA, Izabel de Sousa. **Consumo alimentar residual como medida de eficiência**. 2017.

OLIVEIRA, Matheus Henrique Vargas de et al. **Associação do consumo alimentar residual e composição corporal em bovinos da raça Nelore**. 2019. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/183227>. Acesso em: 14 fev. 2022.

PAIVA, J. T.; RESENDE, M. D. V.; RESENDE, R. T.; OLIVEIRA, H. R.; SILVA, H. T.; CAETANO, G. C.; LOPES, P. S.; SILVA, F. F. Herdabilidade de características de crescimento em bovinos da raça Nelore utilizando métodos da Máxima Verossimilhança Restrita e Inferência Bayesiana. **Archivos de Zootecnia**, [S.L.], v. 68, n. 263, p. 440-446, 15 jul. 2019. Cordoba University Press (UCOPress). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21071/az.v68i263.4206>. Acesso em: 15 fev. 2022.

PEREIRA, Jonas Carlos Campos. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. 5. ed. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2008.

PEREIRA, Jonas Carlos Campos. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. 6. ed. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2012.

POLIZEL, Guilherme Henrique Gebim et al. Genetic correlations and heritability estimates for dry matter intake, weight gain and feed efficiency of Nelore cattle in feedlot. **Livestock Science**, v. 214, p. 209-210, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871141318301896>. Acesso em: 14 fev. 2022.

RENAND, Gilles; FOUILLOUX, M. N.; MÉNISSIER, François. Genetic improvement of beef production traits by performance testing beef bulls in France. In: **6. World congress on genetics applied to livestock production**. 1998.

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**, v.90, p.255-270, 2004.

RODRIGUES, C. L. **Metanálise: um guia prático**. 2010. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/24862>. Acesso em: 11 fev. 2022.

SAINZ, R. D.; BARIONI, L. G.; PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; OLTJEN, J. W. Growth patterns of nelore vs. british beef cattle breeds assessed using a dynamic, mechanistic model of cattle growth and composition. In: KEBREAB, E.;

DIJKSTRA, J.; BANNINK, A.; GERRITS, W. J. J.; FRANCE, J. (Ed.). **Nutrient digestion and utilization in farm animals: modelling approaches**. Cambridge: CAB International, 2006. p. 160-170.

SANTANA, M. H. A. et al. Genetic parameter estimates for feed efficiency and dry matter intake and their association with growth and carcass traits in Nelore cattle. **Livestock Science**, v. 167, p. 80-85, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871141314003096>. Acesso em: 14 fev. 2022.

SANTANA, Miguel Henrique de Almeida. **Estudo genético e genômico da ingestão e eficiência alimentar em bovinos da raça Nelore (Bos indicus)**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-11022014-104223/pt-br.php>. Acesso em: 14 fev. 2022.

SANTIAGO, Alberto Alves. **Gado Nelore: 100 anos de seleção**. São Paulo, BR: Edit. Dos Criadores, 1987.

SCHUCHMANN, R. K. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para características associadas ao comportamento ingestivo e eficiência alimentar em bovinos Nelore**. 2021. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/215016>. Acesso em: 14 fev. 2022.

SILVA, Beatriz Pressi Molina da. **Arquitetura genética do consumo alimentar residual em bovinos Nelore**. 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/155931>. Acesso em: 14 fev. 2022.

SILVA, Rafael Medeiros Oliveira. **Seleção genômica e estudo de associação em um rebanho experimental da raça Nelore**. 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/136711>. Acesso em: 14 fev. 2022.

SILVA, R. M. O. et al. Accuracies of genomic prediction of feed efficiency traits using different prediction and validation methods in an experimental Nelore cattle population. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 9, p. 3613-3623, 2016. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/94/9/3613/4701631?login=false>. Acesso em: 14 fev. 2022.

STERNE, J.; HARBORD, R.M. Funnel plots in meta-analysis. **Stata Journal**, Colleague Station, v. 4, p. 127-141, 2004

WANG, M. C.; BUSHMAN, B. J. **Integration results:** through meta-analytic review using SAS software. Cary, NC: Sas Institute, 1999. 400 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=mKUTRz4qkkIC&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 12 dez 2021.

YOSHIHARA, MAYARA MITIKO. **Consumo e ganho residual no desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros confinados.** 2017.