

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

THEILOR FERNANDES PEREIRA DE FREITAS

**Avaliação da classificação de bovinos da raça Nelore submetidos à
prova de eficiência alimentar em diferentes idades**

UBERLÂNDIA – MG

2020

THEILOR FERNANDES PEREIRA DE FREITAS

Avaliação da classificação de bovinos da raça Nelore submetidos à prova de eficiência alimentar em diferentes idades

Monografia apresentada à coordenação do curso graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito à aprovação na disciplina de Trabalho de conclusão de curso II.

Orientador: Carina Ubirajara de Faria

UBERLÂNDIA – MG

2020

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CA – Conversão Alimentar

CAR – Consumo Alimentar Residual

CV- Coeficiente de variação

DP – Desvio padrão

GMD – Ganho médio diário

GPR – Ganho de Peso residual

IMS – Ingestão de matéria seca

PVMM – Peso vivo médio metabólico

TK – Taxa de Kleiber

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Estatística descritiva das variáveis avaliadas nas provas de eficiência alimentar realizadas no mesmo grupo de animais contemporâneos.....19
- Tabela 2.** Coeficientes de correlação de Spearman (acima da diagonal) e os seus valores de significância (abaixo da diagonal) do consumo alimentar residual (CAR) avaliado em três provas de eficiência alimentar do mesmo grupo de animais contemporâneos.....20
- Tabela 3.** Coeficientes de correlação de Spearman (acima da diagonal) e os seus valores de significância (abaixo da diagonal) da ingestão de matéria seca (IMS) avaliada em três provas de eficiência alimentar do mesmo grupo de animais contemporâneos.....21
- Tabela 4.** Coeficientes de correlação de Spearman (acima da diagonal) e os seus valores de significância (abaixo da diagonal) do peso vivo médio metabólico (PVMM) avaliado em três provas de eficiência alimentar do mesmo grupo de animais contemporâneos.....21
- Tabela 5.** Coeficientes de correlação de Spearman (acima da diagonal) e os seus valores de significância (abaixo da diagonal) do ganho em peso médio diário (GMD) avaliado em três provas de eficiência alimentar do mesmo grupo de animais contemporâneos.....22

Resumo: A obtenção da característica de consumo alimentar residual (CAR) é realizada a partir de provas de eficiência alimentar, cuja regulamentação é acompanhada por programas de melhoramento genético para padronização das coleções. O protocolo consiste, entre as orientações, de animais com idade mínima de dois meses após o desmame e máxima de até 24 meses, porém faltam informações sobre a influência da idade nesta avaliação. Portanto, o objetivo deste trabalho é verificar o efeito da idade no ranqueamento de bovinos Nelore quanto à eficiência alimentar. Foram avaliados 34 animais da raça Nelore, todos machos, nascidos em novembro / dezembro de 2018, com idade média inicial de 465 dias (15,51 meses), nos quais foram submetidos a uma prova de eficiência alimentar, utilizando sistema eletrônico de medição de consumo Intergado®. O CAR de cada animal foi calculado em três cenários, prova geral, prova etapa 1 e prova etapa 2 e foram classificados. Para verificar se houve mudança na classificação dos animais classificados, foi utilizada a correlação de Spearman. A prova geral mostra a idade inicial dos animais $465 \pm 13,75$ dias, peso inicial 322 ± 43 kg, peso final $451 \pm 52,92$ kg, ganho médio diário (GMD) $1,3 \pm 0,190$ kg / dia. A prova etapa 1 tem peso final de $378 \pm 48,76$ kg, GMD $1,270 \pm 0,226$ kg / dia, idade e peso inicial semelhantes a prova geral. O prova etapa 2 tem $510 \pm 13,75$ dias, peso inicial $380 \pm 48,85$ kg, peso final $438 \pm 52,22$ kg e GMD $1,32 \pm 0,222$ kg / dia. Os resultados da correção de Spearman encontrados neste estudo foram significativos para todas as estimativas ($P < 0,05$). As correlações de Spearman foi moderada alta para CAR_Etapa1 em comparação com CAR_Etapa2 de 0,56, GMD_Geral em GMD_etapa2 foi 0,90, sendo muito alta. GMD_Geral para GMD_etapa1 obteve correlação alta de 0,76, GMD_Etapa1 e GMD_Etapa2 0,49, correlação moderada. Percebeu-se a grande influência da variação da classificação para CAR, de uma etapa para outra, podendo concluir que existe uma diferença na classificação dos animais para o CAR quando avaliados em diferentes idades

Palavras chaves: Bovinos de Corte. Ranqueamento. Consumo alimentar residual.

Abstract: Obtaining the characteristic of residual feed intake (RFI) is carried out based on food efficiency tests, whose regulation is accompanied by genetic improvement programs to standardize collections. The protocol consists, among the guidelines, of animals with a minimum age of two months after weaning and a maximum of up to 24 months, but there is a lack of information about the influence of age in this evaluation. Therefore, the objective of this work is to verify the effect of age on the ranking of Nelore cattle in terms of feed efficiency. 34 Nelore animals were evaluated, all males, born in November / December 2018, with an initial average age of 465 days (15.51 months), in which they were submitted to a food efficiency test using an electronic consumption measurement system. Intergado®. The RFI of each animal was calculated in three scenarios, general test, step 1 test and step 2 test and were classified. To check if there was a change in the classification of the classified animals, Spearman's correlation was used. The general test shows the animals' initial age 465 ± 13.75 days, initial weight 322 ± 43 kg, final weight 451 ± 52.92 kg, average daily gain (ADG) 1.3 ± 0.190 kg / day. The stage 1 test has a final weight of 378 ± 48.76 kg, ADG 1.270 ± 0.226 kg / day, age and initial weight similar to the general test. The stage 2 test has 510 ± 13.75 days, initial weight 380 ± 48.85 kg, final weight 438 ± 52.22 kg and ADG 1.32 ± 0.222 kg / day. The results of Spearman's correction found in this study were significant for all estimates ($P < 0.05$). Spearman's correlations were moderately high for RFI_Etapa1 compared to RFI_Etapa2 of 0.56, ADG_Geral in ADG_etapa2 was 0.90, being very high. ADG_Geral for ADG_etapa1 obtained a high correlation of 0.76, ADG_Etapa1 and ADG_Etapa2 0.49, a moderate correlation. It was noticed the great influence of the variation of the classification for RFI, from one stage to another, being able to conclude that there is a difference in the classification of the animals for the RFI when evaluated in different ages.

Key words: Cattle cut. Ranking. Residual feed intake.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	9
2.1. Pecuária mais eficiente	9
2.2. Características de eficiência alimentar.....	10
2.2.1. Consumo alimentar residual (CAR)	12
2.3. Provas de eficiência alimentar	13
2.4. Fatores que influenciam na eficiência alimentar	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
4. RESULTADO E DISCUSSÃO	18
5. CONCLUSÃO	23
REFERÊNCIAS.....	23

1. INTRODUÇÃO

O Brasil em 2019 movimentou R\$ 618,5 bilhões de reais por meio da pecuária de corte. Esse número representa 3,5% de aumento em relação ao registrado em 2018, R\$ 597,22 bilhões. Segundo a ABIEC (2019), esse valor é devido desde os insumos para a produção do gado, faturamento dos animais, tecnologias de melhoramento genético e até o total comercializado pelas indústrias e varejo. Segundo o IBGE (2019), o Brasil possui o segundo maior rebanho bovino do mundo com aproximadamente 214,7 milhões de cabeças, ocupando o primeiro lugar em exportação de carne bovina e é o segundo maior produtor de carne bovina.

Os desafios da pecuária de corte serão aumentar a produtividade do rebanho e minimizar os prejuízos ao meio ambiente sem abertura de novas áreas. Uma alternativa para vencer esses desafios seria a identificação de animais eficientes no aproveitamento do alimento. Ao identificar e selecionar os mais produtivos e os mais eficientes haverá grande impacto sobre a lucratividade do sistema, devido à economia potencial de alimentos e maior produção de carne/unidade de área, e ao mesmo tempo exerceriam menor impacto sobre o meio ambiente por serem menos poluentes. Basarab, et al. (2013) indicam que animais eficientes emitem menos metano entérico sugerindo benefício ambiental.

A mensuração de características relacionadas à eficiência alimentar geralmente é de alto custo, pelo o investimento de cochos eletrônicos, balanças eletrônicas e mão de obra qualificada, por isso ainda há poucas informações fenotípicas nos rebanhos bovinos brasileiros. Os produtores de carne têm como principal objetivo maximizar a lucratividade do sistema por meio do aprimoramento do produto final e redução do uso de insumos. A alimentação dos animais é o maior contribuinte para a elevação dos custos, apresentando influência significativa sobre a lucratividade da produção. Segundo Arthur e Herd (2008), a melhor utilização dos alimentos pelos animais contribui para reduzir custos em todo sistema de produção, porém não depende apenas em aumentar a produção, mas também de buscar a eficiência alimentar do animal.

A medida de eficiência alimentar mais conhecida é a conversão alimentar, que possui correlação com o peso adulto, sendo muito utilizada para aves e suínos, entretanto, não é adequada para bovinos (ARTHUR et al., 2001). Para medir eficiência alimentar que não leve aumento do tamanho adulto, utiliza-se o conceito

lançado por Koch et al. (1963) de eficiência de produção chamado de consumo alimentar residual (CAR). O cálculo do CAR é por meio da diferença entre a ingestão de matéria seca observada e predita estimada em função do peso vivo médio metabólico e no ganho médio diário em peso (BASARAB et al., 2003). Os estudos já realizados indicam que a herdabilidade para características de eficiência alimentar são moderadas a altas, sendo favorável à seleção (KOCH et al., 1963; ARTHUR et al., 2001; BASARAB et al., 2003). Animais selecionados para CAR não influenciarão em características como o peso a desmama, peso ao sobreano, taxa de prenhez e precocidade sexual (MENDES, 2011).

Assim sendo, para se obter informações de características relacionadas a CAR é necessário a realização de provas ou testes de eficiência alimentar, que por sua vez seguem um regulamento específico de programas de melhoramento genético com o intuito de padronização de coleta de dados.

Nesse protocolo de avaliação de dados os animais podem ser avaliados a partir de dois meses pós desmama e até 24 meses de idade (MENDES et al., 2020). De acordo com Morelli et al. (2015) verificou-se que há reclassificação de CAR em touros Nelores jovens em diferentes idades. Entretanto, pouco se sabe sobre essa influência da idade na avaliação de eficiência alimentar. Dessa forma esse estudo teve como objetivo verificar o efeito da idade na classificação de bovinos da raça Nelore avaliados para eficiência alimentar.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Pecuária mais eficiente

Historicamente, o peso do animal e sua capacidade reprodutiva são os componentes que mais determinam seu valor comercial, porém 70 a 75% do custo da produção podem ser resultado de gastos com alimentação (LIU et al., 2000). Neste cenário o melhoramento genético apresenta um papel expressivo, por meio dos cruzamentos e seleção de características para tornar a pecuária mais eficiente, junto com progresso na nutrição e no manejo dos animais.

Eficiência alimentar consiste na capacidade do animal em transformar o alimento ingerido em produto, seja ele leite, carcaça, carne, bezerros etc. Por isso, quanto mais eficiente o animal, menor a quantidade de alimento para alcançar níveis

de produção, reduzindo o custo com alimentação, assim, espera-se que, animais mais eficientes, sejam mais lucrativos. De acordo com Gibb & McAllister (1999), é tão rentável o aumento da eficiência alimentar quanto o ganho de peso em bovinos de crescimento, diante a diminuição de mão de obra, de áreas de pastagens e pelo menor consumo de alimentos no confinamento e na pastagem. Na área ambiental, quanto melhor a utilização de alimentos, menor a emissão de gases de efeito estufa, como metano e óxido nitroso e menor demanda por terras para a implantação de pastagens e lavouras. Segundo Amaral et al. (2012), a produção de metano é proporcional à quantidade e inversamente relacionada à qualidade dos alimentos ingeridos. Por isso, aumentar a eficiência alimentar torna-se uma das maneiras de diminuir o impacto ambiental da pecuária brasileira.

Estudos tem mostrado que selecionar para eficiência alimentar em uma fase, cria, recria/terminação, pode levar maior eficiência também nas outras fases do sistema produtivo. Arthur et al., 2001b afirmaram que animais mais eficientes durante a fase de recria também são eficientes na fase de terminação. (IMPORTANTE PARA A DISCUSSÃO DE SEUS RESULTADOS) Segundo Arthur et al., (2005); Basarab et al., (2007), matrizes consideradas eficientes na fase de recria apresentaram menor ingestão de alimentos quando adultas e os mesmos índices reprodutivos que suas contemporâneas (IMPORTANTE PARA A DISCUSSÃO DE SEUS RESULTADOS). Diante isso, o objetivo de selecionar animais eficientes consiste diminuição de ingestão de alimentos, com ganhos na produtividade, consequentemente minimizar os custos do sistema, tornando o ciclo mais lucrativo.

2.2. Características de eficiência alimentar

Algumas características têm sido propostas e usadas para determinar a eficiência alimentar em bovinos, dentre elas: conversão alimentar (CA; Brody, 1945); taxa de crescimento relativo (TCR; Fitzhugh e Taylor, 1971); taxa de Kleiber (TK; Kleiber, 1936); consumo alimentar residual (CAR) e ganho em peso residual (GPR), ambos propostos por Koch et al. (1963) e consumo e ganho residual (CGR; Berry e Crowley, 2012).

Segundo Grion (2012), a principal medida de eficiência alimentar foi estabelecida relacionando diretamente a quantidade total de alimento ingerido e a quantidade de produto, que no caso de animais para corte é o próprio peso. Esta

relação foi feita pela divisão simples em que se estabeleceu a eficiência alimentar bruta, razão entre o ganho médio diário (GMD) e a ingestão de matéria seca (IMS) e sua inversa, a conversão alimentar (CA). A CA foi muito utilizada no processo de melhoramento de espécies menores, como aves (FAIRFULL; CHAMBERS, 1984) e suínos (DE VRIES; KANIS, 1992).

Segundo Cameron (1998) a dificuldade de implementar características indicadoras de eficiência alimentar como critério de seleção em bovinos são: a dificuldade em mensurar o consumo individual dos animais em larga escala pelo aumento dos custos devido à maior demanda de mão-de-obra, e pelo antigo conceito de que a seleção para ganho de peso seja, indiretamente, uma seleção para eficiência alimentar.

Diante disso, Kleiber (1936) propôs pesquisas em eficiência, para que sejam métodos indiretos, sem a necessidade de mensuração do IMS. Assumindo o consumo de alimentos do animal como uma relação direta com o peso metabólico ($PVMM^{0,75}$), o autor determinou uma taxa relativa de ganho que seria a razão direta entre o GMD e o $PVMM^{0,75}$. Em que, um alto valor indica diluição nas exigências de manutenção, assim GMD aumenta em detrimento ao aumento do $PVMM^{0,75}$, conseqüentemente, maior crescimento corporal sem aumento do custo da energia de manutenção (CHAVES, 2013). Esta razão hoje é conhecida como taxa de Kleiber (TK).

Entretanto, a CA e TK são altamente correlacionadas com ganho médio diário em peso e taxa de crescimento (ARCHER et al., 1999) podendo resultar em aumento significativo do consumo e do tamanho dos animais (HERD et al., 2003), o que dentro do sistema de produção não seria viável, devido a procura pela diminuição dos custos.

Apesar de ter sido proposto juntamente com o CAR, o GPR tem sido apontado como uma descrição matemática mais acurada de causa e efeito no estudo sobre eficiência (KOCH et al., 1963). O GPR está altamente correlacionado com o GMD, e, portanto, pode ser confundido por sua forte correlação com outras características produtivas. Esta medida foi associada a taxas de crescimento mais rápidas, mas por outro lado não foi capaz de detectar diferenças no consumo de alimentos entre os indivíduos, que também é uma determinante do lucro (CROWLEY et al., 2010).

2.2.1. Consumo alimentar residual (CAR)

Para medir eficiência alimentar que não leve aumento do tamanho adulto, utiliza-se consumo alimentar residual (CAR), que tem sido utilizado como critério de seleção em função de sua moderada a alta herdabilidade, de 0,28 a 0,39 (KOCH et al., 1963; ARTHUR et al., 2001; BASARAB et al., 2003). O CAR é calculado pela diferença entre a ingestão matéria seca observado (IMS_{obs}), obtido durante provas de eficiência alimentar e a ingestão esperado (IMS_{esp}), baseado no peso vivo do animal e no ganho em peso. A equação utilizada para esta estimativa foi inicialmente proposta por Koch et al. (1963).

$$IMS_{esp} = \beta_0 + \beta_1 GMD + \beta_2 PVMM + \varepsilon$$

Em que: IMS_{esp}: ingestão de matéria seca esperado; β_0 : intercepto; β_1 : coeficiente de regressão linear do efeito do ganho médio diário; GMD: ganho médio diário; β_2 : coeficiente de regressão linear do efeito do peso metabólico; PVMM: peso metabólico; ε : resíduo

Ao se estabelecer essa equação, calcula-se a ingestão de matéria seca esperada (IMS_{esp}) para cada animal. Já o IMS_{obs} é calculado a partir da ingestão de matéria seca, kg/dia por animal, mensurado pelo sistema cocho eletrônico. Assim calcula-se o CAR (em kg) por:

$$CAR = IMS_{obs} - IMS_{esp}$$

Portanto, os animais mais eficientes são aqueles que apresentarem o consumo observado menor que o consumo esperado ou animais com CAR negativo, e aqueles com CAR positivo como menos eficientes.

Para fazer a avaliação do CAR, os animais podem ser dispostos em baias individuais ou em grupos. Quando em grupos numa mesma baia, somente é possível verificar o consumo individual mediante o uso de equipamentos especializados, que requer custo inicial elevado de instalação e mão de obra qualificada (ex. Intergado[®], que mede, diariamente, o alimento consumido pelos animais).

2.3. Provas de eficiência alimentar

Provas de eficiência alimentar são experimentos conduzidos com animais, neste caso bovinos, em intervalos de idade e pesos corporais semelhantes (grupos de contemporâneos), com o intuito de selecionar os melhores animais para determinada característica pré-estabelecida (LOBO, 2018). Variações na eficiência podem ser resultados de animais avaliados sob diferentes condições ambientais, composição do ganho e consumo alimentar (CASTILHOS, 2009).

Algumas diretrizes devem ser seguidas para a realização das provas de eficiência alimentar, animais com idade mínima de dois meses após o desmame e máxima de até 24 meses de idade, não exceder 90 dias na diferença de idade entre os animais, peso corporal semelhante, condições alimentares prévias similares. Se os animais forem provenientes de propriedades diferentes, há um período mínimo de 28 dias de adaptação ao local de teste e à dieta, em que 21 dias para adaptar ao equipamento e sete dias de mensuração de consumo, e aos outros animais, em caso de animais provenientes a mesma fazenda a adaptação é de no mínimo 21 dias, em que 14 dias para adaptação à dieta e sete dias de adaptação da mensuração de consumo. Caso haja adaptação simultaneamente da dieta e da mensuração de consumo, o período de 21 dias para animais inter-rebanho e 14 dias para animais intra-rebanho são suficientes. Recomenda-se ainda que, a dieta seja fornecida *ad libitum*, na forma de uma única ração total misturada (RTM), padronizada durante todo o decorrer do teste, fornecida de modo a vontade, no mínimo duas vezes por dia (Mendes et al., 2020).

De acordo com Mendes et al., (2020). foi proposto para o sistema de avaliação, testes sem pesagem diária automatizada, em que deve-se atender no mínimo 70 dias de duração, em que caso o erro padrão relativo esteja dentro dos parâmetros, tenha cinco pesagens e mínimo 35 dias de consumo valido pode-se encerrar a prova com 56 dias, e teste com pesagem diária automatizada em que atenda o mínimo de dias de pesagens validas, o erro padrão esteja dentro do aceitável e tenha o mínimo de dias de consumo valido, pode-se encerrar o teste com a partir de 42 pesagens válidas.

Para o sistema sem pesagem diária, a pesagem dos animais e seus cálculos foram divididos em dois métodos, pesagens múltiplas ou pesagens inicial e final. As pesagens inicial e final são realizadas em dois dias consecutivos no início do teste e

novamente no final do período experimental, além disso é feito 18 horas de jejum sólido, não hídrico (com acesso a água); em todas as pesagens; as mesmas são realizadas sempre pela manhã, fornecendo o trato após 1ª pesagem e retirá-lo em horário que permita a administração de 18h de jejum para o 2º dia de pesagem; cálculo do ganho de peso médio diário: a mudança de peso médio entre o início (PVI) e o final da prova (PVF), dividido pelos dias da prova; cálculo do peso vivo médio: a média aritmética entre PVI e PVF. Já as pesagens múltiplas são realizadas a cada 14 dias a partir do início do teste do período experimental, as mesmas devem ser realizadas sempre pela manhã e fornecer o 1º trato após a pesagem dos animais, sem administrar nenhum jejum; cálculo do ganho de peso médio diário: utilizar o coeficiente angular gerado pela regressão linear do peso vivo sobre o dia de teste, para cada animal; cálculo do peso vivo médio (PVM): utilizar a regressão linear gerada entre os pesos e as datas das pesagens para realizar a previsão do PVM na data média do período de teste (Mendes et al., 2020).

2.4. Fatores que influenciam na eficiência alimentar

Grande parte das características de eficiência alimentar está correlacionada com características de produção, sendo difícil estudar a presença dos mecanismos fisiológicos ligados à eficiência de utilização dos nutrientes, independentemente do nível de produção (ARTHUR & HERD, 2008). A variação observada na base fisiológica para eficiência alimentar é tratada em cima de diferenças nos requisitos nutricionais para manutenção, composição corporal, proporção dos órgãos viscerais, nível de atividade física e eficiência da digestão, identificadas como possíveis fontes de variação (ARCHER et al. 1999).

De acordo com Richardson et al. (2004) e Herd & Arthur (2009) são muitos os mecanismos fisiológicos que contribuem para a variação do CAR. Foram identificados cinco processos principais, sendo os que estão associados com a ingestão de alimentos, a digestão dos alimentos, o metabolismo, a atividade, e a termorregulação. Esses autores relataram que os principais fatores de variação no consumo alimentar residual são: padrão de alimentação (2%), digestibilidade (10%), incremento calórico associado à digestão (9%), composição corporal (5%), atividade física (10%), “turnover” proteico, metabolismo tecidual e estresse (37%) e o

transporte de íons juntamente com outros mecanismos até então desconhecidos (27%).

A variação nas exigências energéticas de manutenção dos ruminantes é associada, por si só, com a variação no CAR. Diante o aumento do consumo alimentar, com o passar da idade, gasta-se mais energia para digerir o alimento, devido ao aumento no tamanho dos órgãos digestivos e aumento na energia gasta com os seus tecidos (OLIVEIRA, 2014). A partir disso, torna-se uma justificativa para possível reclassificação do CAR em animais testados em diferentes graus de maturidade.

Durunna et al. (2012) examinaram a reclassificação do CAR de um período de alimentação para outro em novilhas de reposição da raça Angus, sendo alimentadas com a mesma dieta e obteve de resultado que 49% das novilhas mantiveram sua classe CAR de um período para o outro. O resultado sugere que o CAR apresenta uma oportunidade de seleção à medida que amadurecem ou conforme o ambiente altera. Toda vida, a existência da possibilidade de reclassificação oferece oportunidade de seleção para intervalos de idade em que tenha menor mudanças.

Morelli, et al. (2015) avaliaram a reclassificação do CAR em touros da raça Nelore classificados em dois testes pós-desmame com a mesma dieta. O estudo foi feito a partir de 127 animais, pelo qual foram classificados de acordo com o CAR, posteriormente uma amostra de 24 animais foram submetidos ao teste. O resultado mostra que a partir do segundo teste pós desmame houve mudança de 66,7% dos animais, em que alterou o ranqueamento entre as classes de CAR, em que os resultados indicaram que há reclassificação do CAR em touros Nelore em diferentes estágios de desenvolvimento com a mesma dieta.

Portanto, devido ao uso cada vez mais em programas de melhoramento genético o uso de provas de eficiência alimentar para CAR que identificam animais mais eficientes na alimentação, é relevante obter medidas acuradas de eficiência alimentar em diferentes dietas e conforme o grau de maturidade do animal.

3. MATERIAL E MÉTODOS

No presente estudo foram utilizados dados de uma prova de eficiência alimentar, realizada no ano de 2020 em uma fazenda parceira da Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP). Foram utilizados 34 animais da

raça Nelore, todos machos, nascidos em novembro/dezembro de 2018, com idade média inicial de 465 dias (15,51 meses de idade). A dieta da prova apresentou (Volumoso e Concentrado): 45,24% de matéria seca, nutrientes digestíveis totais (NDT) de 67%, proteína bruta (PB) de 11,06%, extrato etéreo (EE) de 2,67%, FB de 25,59% e matéria mineral (MM) de 6,2%.

Foi conduzida uma prova de eficiência alimentar do período 18 de março de 2020 a 25 de junho de 2020 (99 dias), nomeada como prova geral. A partir dela, foi dividido em prova etapa 1 do período 18 de março 2020 a 01 de maio de 2020 (44 dias) e prova etapa 2 do período 02 de maio de 2020 a 15 de junho de 2020 (44 dias), em que o período de adaptação da dieta foi de 14 dias. Os animais foram pesados seguindo as diretrizes descritas por (Mendes et al., 2020) no manual de procedimentos para mensuração de consumo individual de alimento em bovinos de corte.

Vale ressaltar a duração da etapa 1 e da etapa 2, que foram de apenas 44 dias. Segundo Mendes et al., (2020) para que valide os dados nesse curto período é necessário atender os seguintes critérios para testes com pesagem diária automática: o erro padrão relativo dos dados de ingestão de matéria seca (IMS) e o ganho de peso (GMD) devem ser menores que 5% e 31%, respectivamente, para cada animal avaliado, individualmente, e para todos os animais do lote.

A mensuração dos dados de ingestão de matéria natural e peso individual dos animais foram a partir do cocho eletrônico e da balança automática a partir do sistema Intergado® (Intergado Ltd.) em que esse equipamento averigua e mensura, 24 horas por dia, por cada animal, a eficiência alimentar, consumo diário de alimentos, taxa de consumo, tempo e frequência de visitas ao cocho, horário dos tratos e quantidade fornecida e monitoramento da sobra, em que os animais possui acesso *ad libitum* à dieta e água.

A partir do banco de dados, foi calculado o CAR dos animais, utilizando a equação abaixo conforme descrito por Gomes et al. (2012):

$$\text{CAR} = \text{IMS}_{\text{obs}} - \text{IMS}_{\text{esp}}$$

Diante isso, a IMS_{obs} representa a média da ingestão de matéria seca observada durante a avaliação, conforme descrito por Gomes e Mendes (2013, Koch et al (1963) estabelece que IMS_{esp} corresponde a ingestão de matéria seca

esperada baseada no peso vivo do animal e no ganho em peso, por isso é obtida por meio da fórmula a seguir:

$$\text{IMS}_{\text{esp}} = \beta_0 + (\beta_1 \times \text{GMD}) + (\beta_2 \times \text{PVMM})$$

Assim, as informações de ingestão de matéria seca (IMS_{obs}), ganho médio diário (GMD) e peso vivo metabólico (PVMM) de todos os animais em teste serão utilizados para predição dos coeficientes (β) da equação de regressão linear múltipla, conforme apresentada acima.

O ganho medido diário (GMD) foi estimado, para cada cenário, como:

$$y_i = \alpha + \beta \cdot \text{DET}_i + \varepsilon_i,$$

em que, y_i é o peso do animal na i ésima observação; α é o intercepto da equação de regressão e representa o peso inicial; β é o coeficiente de regressão linear e representa o GMD; DET_i é o dia em teste na i ésima observação, e ε_i é o erro aleatório associado a cada observação. O peso vivo médio metabólico ($\text{PV}^{0,75}$) no meio do teste foi calculado como:

$$\text{PVMM}^{0,75} = [\alpha + \beta \cdot (\text{DET}/2)]^{0,75}$$

em que, α é o intercepto da equação de regressão e representa o peso inicial e DET é dias em teste.

Por meio da equação estabelecida, foi calculado o IMS_{esp} para cada animal, para que em seguida seja calculado o CAR (em kg), para cada prova, assim os animais foram classificados nos cenários da prova geral, da prova etapa 1 e prova etapa 2. Para verificar se houve mudança de *ranking* dos animais classificados nas duas avaliações, foi utilizado a correlação de *Spearman*, utilizando o programa *Statistical Analysis System (SAS, 2004)*.

Segundo Bisquerra, et al, (2004) a interpretação dos coeficientes segue como: $r=1$, correlação perfeita; $0,80 < r < 1$ correlação muito alta; $0,60 < r < 0,80$ correlação alta; $0,40 < r < 0,60$ moderada; $0,20 < r < 0,40$ baixa; $0 < r < 0,20$ Muito baixa; $r = 0$ Nula.

O coeficiente de determinação (R^2) da equação de regressão linear indica, em porcentagem, como a quantidade de variabilidade nos dados que é explicada pelo

modelo de regressão ajustado. Quanto maior o R^2 , mais explicativo é o modelo para os valores observados.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

A tabela 1 mostra a estatística descritiva das variáveis avaliadas nos três cenários, onde são apresentados as médias, os desvios-padrão, os valores máximos e mínimos, e o coeficiente de variação de cada característica estudada. A prova geral apresenta idade inicial dos animais, em média, $465 \pm 13,75$ dias, peso inicial 322 ± 43 kg, peso final $451 \pm 52,92$ kg, PVMM $86,84 \pm 8,20$ kg, GMD $1,3 \pm 0,190$ kg/dia, IMS $8,38 \pm 0,94$ kg/dia.

A prova etapa 1, possui em média peso final $378 \pm 48,76$ kg, PVMM $80,82$ kg, GMD $1,270 \pm 0,226$ kg/dia e IMS $88,51 \pm 1,01$ kg/dia, idade de peso inicial semelhantes a prova geral.

A prova etapa 2 possui em média $510 \pm 13,75$ dias de idade, peso inicial $380 \pm 48,85$ kg, peso final $438 \pm 52,22$ kg, PVMM $90,73 \pm 8,43$ kg, GMD $1,32 \pm 0,222$ kg/dia, IMS $8,31 \pm 0,95$ kg/dia.

A prova geral apresentou valores mínimos e máximos para consumo alimentar residual (CAR) de $-0,922$ kg/dia e $0,687$ kg/dia e desvio padrão (DP) de $0,384$ kg/dia. A Prova etapa 1 apresentou valores mínimos e máximo para CAR de $-1,18$ kg/dia e $0,697$ kg/dia e DP de $0,408$ kg/dia. Para a prova etapa 2, verificou $-1,135$ kg/dia, $0,718$ kg/dia e $0,439$ kg/dia, como valores mínimo, máximo e DP. Nota-se a variação de mais eficiente entre os cenários, em que na etapa 2 apresenta o animal de pior CAR, e a etapa 1 o animal de melhor CAR, ou seja, houve mudança de posto em comparação aos outros cenários.

Nota-se que o GMD da etapa 1 em relação a etapa 2 houve um aumento, de $1,270$ kg/dia para $1,320$ kg/dia, devido que conforme o animal desenvolve o consumo aumenta até um certo limite, que em seguida, ocorre aumento na deposição de gordura e queda no crescimento.

A IMS diminui entre a etapa 1 em relação a etapa 2, de $8,51$ kg/dia para $8,31$ kg/dia, devido que conforme o animal amadurece começa o depósito de gordura consequentemente a diminuição de ingestão de matéria seca

Em todos os cenários, os coeficientes de variação foram de baixa magnitude o que demonstrou a qualidade das predições de GMD e IMS para os animais avaliados.

No trabalho de Coutinho, C.C (2014) que avaliou curvas de crescimento de características de carcaça obtidas por ultrassonografia em bovinos Nelore selecionados para peso pós desmame, foi apresentado a relação da idade sobre o peso do animal para 1256 machos advindos do banco de dados pertencente ao Centro APTA bovinos de corte, em que aos 465 dias estejam entre 300-350kg e animais de 510 dias estejam entre 350-400kg, por isso esse presente estudo está alinhado.

Os resultados de correção de Spearman encontrados nesse estudo foram significativos para todos as estimativas ($P < 0,05$).

Tabela 1. Estatística descritiva das variáveis avaliadas nas provas de eficiência alimentar realizadas no mesmo grupo de animais contemporâneos.

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV (%)
Prova Geral (18/03/2020 a 25/06/2020)					
Idade Inicial (dias)	465	13,75	443	497	2,95
Peso Inicial (kg)	322	43,00	236	419	13,33
Peso Final (kg)	451	52,92	356	565	11,72
PVMM (kg)	86,84	8,20	71,69	103,98	9,44
GMD (kg/dia)	1,300	0,190	0,861	1,643	14,61
IMS (kg/dia)	8,38	0,94	6,87	10,43	11,21
CAR (kg/dia)	0,000	0,384	-0,922	0,687	na
Prova Etapa 1 (18/03/2020 a 01/05/2020)					
Idade Inicial (dias)	465	13,75	443	497	2,95
Peso Inicial (kg)	322	43,00	236	419	13,33
Peso Final (kg)	378	48,76	290	481	12,88
PVMM (kg)	80,82	7,98	65,14	97,57	9,87
GMD (kg/dia)	1,270	0,226	0,861	1,643	17,79
IMS (kg/dia)	8,51	1,01	6,93	10,70	11,86
CAR (kg/dia)	0,000	0,408	-1,180	0,697	na
Prova Etapa 2 (02/05/2020 a 15/06/2020)					
Idade Inicial (dias)	510	13,75	488	542	2,69
Peso Inicial (kg)	380	48,85	291	482	12,86
Peso Final (kg)	438	52,22	343	549	11,93
PVMM (kg)	90,73	8,43	74,96	108,12	9,29
GMD (kg/dia)	1,320	0,222	0,861	1,846	16,81
IMS (kg/dia)	8,31	0,95	6,67	10,57	11,43

CAR (kg/dia)	0,000	0,439	-1,135	0,718	na
--------------	-------	-------	--------	-------	----

PVMM: peso vivo médio metabólico; GMD: ganho em peso médio diário; IMS: ingestão de matéria seca; CAR: consumo alimentar residual; CV: coeficiente de variação.

A fim de verificar mudança de classificação dos animais, sobre diferentes cenários para o valor do CAR, foram estimados os coeficientes de correlação de Spearman (tabela 2). Notou-se que o CAR_Geral para CAR_Etapa1 obteve 0,84 de coeficiente de Spearman, sendo uma correlação muito alta, mantendo a posição de 70,56% dos animais, já em CAR_Geral e CAR_Etapa2, o coeficiente de Spearman foi de 0,88, correlação muito alta, com permanência de 77,44% do ranqueamento dos animais, e para o CAR_Etapa1 em comparação ao CAR_Etapa2 obteve 0,56, apresentando correlação moderada, ou seja, 31,36% dos animais mantiveram seu posto, logo houve mudança de ranqueamento para CAR sobre a etapa 1 em relação a etapa 2 de 68,64%. Vale destacar que para CAR_Geral tanto para etapa 1 quanto para a etapa 2 as correlações foram altas e apresentaram menor variação de ranqueamento enquanto comparado entre CAR_etapa1 e CAR_etapa2, ou seja, uma prova de com maiores dias sofreu menor variação.

Tabela 2. Coeficientes de correlação de Spearman (acima da diagonal) e os seus valores de significância (abaixo da diagonal) do consumo alimentar residual (CAR) avaliado em três provas de eficiência alimentar do mesmo grupo de animais contemporâneos.

	CAR_Geral	CAR_Etapa1	CAR_Etapa2
CAR_Geral	1	0,84	0,88
CAR_Etapa1	<0,0001	1	0,56
CAR_Etapa2	<0,0001	0,0005	1

Segundo Durunna et al. (2011), para classificar os animais quanto ao CAR, a idade e a maturidade do animal avaliado deve ser levado em consideração, já que pode haver alteração durante o ciclo de vida.

O CAR é calculado pela diferença entre o consumo matéria seca observado obtido durante provas de eficiência alimentar e o consumo esperado, baseado no peso vivo do animal e no ganho em peso. Diante disso, para entender a variação do CAR nas diferentes situações, deve-se analisar a diferença no ranqueamento a partir da forma como é calculado.

Nota-se que na Tabela 3 IMS_Geral para a IMS_Etapa1 e para IMS_Geral e IMS_Etapa2 obteve de 0,95 e 0,94 de correlação de Spearman, respectivamente, IMS_Etapa1 em relação a IMS_Etapa2 houve uma correlação de Spearman de 0,81,

ou seja, 65,61% dos animais mantiveram a posição no ranqueamento para ingestão de matéria seca. Foi notado correlação muito alta para a avaliação da IMS nesses cenários. O desempenho animal para animais em crescimento afeta o consumo de matéria seca de forma quadrática, quanto maior a produção, maior é a demanda por nutrientes e, conseqüentemente, a ingestão de matéria seca aumenta. (Chizzotti et al. 2013).

Tabela 3. Coeficientes de correlação de Spearman (acima da diagonal) e os seus valores de significância (abaixo da diagonal) da ingestão de matéria seca (IMS) avaliada em três provas de eficiência alimentar do mesmo grupo de animais contemporâneos.

	IMS_Geral	IMS_Etapa1	IMS_Etapa2
IMS_Geral	1	0,95	0,94
IMS_Etapa1	<0,0001	1	0,81
IMS_Etapa2	<0,0001	<0,0001	1

O PVMM_Geral em relação ao PVMM_Etapa1 e PVMM_Etapa2(Tabela 4) tiveram correlação de 0,99. O PVMM_Etapa1 em relação a PVMM_Etapa2 obteve-se 0,98 de correlação de Spearman, em que 96,04% dos animais mantiveram seu ranqueamento. Para PVMM foi notado correlação muito alta para esses cenários.

Tabela 4. Coeficientes de correlação de Spearman (acima da diagonal) e os seus valores de significância (abaixo da diagonal) do peso vivo médio metabólico (PVMM) avaliado em três provas de eficiência alimentar do mesmo grupo de animais contemporâneos.

	PVMM_Geral	PVMM_Etapa1	PVMM_Etapa2
PVMM_Geral	1	0,99	0,99
PVMM_Etapa1	<0,0001	1	0,98
PVMM_Etapa2	<0,0001	<0,0001	1

A partir da tabela 5 podemos visualizar a mudança de ranqueamento do CAR (Tabela 2), por grande influência na diferença de ranqueamento do GMD. GMD_Geral sobre o GMD_Etapa2 foi o que alterou menos, tendo uma correlação muito alta de 0,90. O GMD_Geral para o GMD_Etapa1 obteve uma correlação alta de 0,76 de coeficiente de Spearman, mantendo a classificação de 57,77%. Já o GMD_Etapa1 e o GMD_Etapa2, o coeficiente de Spearman foi moderado de 0,49, sendo que, apenas 24,45%, ou seja 76% dos animais mudaram suas posições no decorrer da prova de eficiência alimentar.

Tabela 5. Coeficientes de correlação de Spearman (acima da diagonal) e os seus valores de significância (abaixo da diagonal) do ganho em peso médio diário (GMD) avaliado em três provas de eficiência alimentar do mesmo grupo de animais contemporâneos.

	GMD_Geral	GMD_Etapa1	GMD_Etapa2
GMD_Geral	1	0,76	0,90
GMD_Etapa1	<0,0001	1	0,49
GMD_Etapa2	<0,0001	0,0078	1

A partir dos dados obtidos nesse trabalho, pode-se inferir que por meio da diferença de idades dos animais da etapa 1 e da etapa 2 houve mudança de ranqueamento para a característica CAR, que por sua vez tem grande influência pela variação do GMD entre os dois cenários.

Chizzotti et al. (apud FERREIRA, 2019) descreve que ao longo da idade dos animais o peso corporal aumenta, já que a maior ingestão de matéria seca, em que há maior necessidade energética pelo maior consumo, pois a capacidade ruminal aumenta. NRC (1987) propõe que a IMS diminui em torno de 2,7% para cada 1% de aumento na gordura corporal. Por isso, a partir do aumento na proporção de gordura na carcaça a ingestão de matéria seca começa a cair. Percebeu-se, no presente estudo, que a IMS diminuiu conforme a maturidade do animal.

Leme e Guedes (2005) explicaram que a partir do crescimento do animal ocorre ganho de peso até atingir o ponto em que a taxa de crescimento é máxima. Daí em diante, diminui o crescimento e aumenta a taxa de deposição de gordura, interferindo diretamente no cálculo do CAR.

Arthur et al., 2001b afirmaram que animais mais eficientes durante a fase de recria também são eficientes na fase de terminação. Entretanto, no presente estudo, os animais variaram 68,64% de ranqueamento para característica de eficiência alimentar, CAR, tendo diferença quando avaliados em idades diferentes.

Segundo Arthur et al., (2005); Basarab et al., (2007), matrizes consideradas eficientes na fase de recria apresentaram menor ingestão de alimentos quando adultas e os mesmos índices reprodutivos que suas contemporâneas. A diminuição da ingestão conforme o grau de maturidade também foi constatado

A mudança de ranqueamento para CAR nesse estudo gera questionamento sobre o intervalo de idade descrito por Mendes et al., (2020) no manual de procedimentos para mensuração de consumo individual de alimento em bovinos de corte, em que animais com idade mínima de 2 meses após o desmame e máxima de até 24 meses de idade enquadram para provas de eficiência alimentar, uma vez que

no presente trabalho houve mudança de 68,64% no ranqueamento entre animais da etapa 1, de 15,5 meses, e na sequência animais da etapa 2, de 17 meses. Diante disso, para que se obtenha maior confiabilidade no ranqueamento dos animais submetidos a CAR em idades diferentes, recomendam-se mais estudos para que se avalie o melhor intervalo de idade que não haja mudanças significativas nos testes de eficiência alimentar.

5. CONCLUSÃO

Há diferença de ranqueamento dos animais submetidos a CAR quando avaliados em idades diferentes, destacando a importância de estabelecer o melhor intervalo de idade nas provas de eficiência alimentar para que não haja essa variação de ranqueamento.

6. REFERÊNCIAS

ABIEC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/control/uploads/arquivos/sumario2019portugues.pdf>> Acesso em: 01/12/2019

AMARAL, G.et al. Panorama da Pecuária Sustentável. **BNDES setorial**, p 249-288, 2012. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3607.pdf> Acesso em: 08 dez. 2019

ARCHER, J.A.; ARTHUR, P.F.; HERD, R.M.; PARNELL, P.F.; PITCHFORD, W.S. Optimum postweaning test for measurement of growth rate, feed intake, and feed efficiency in British breed cattle. **Journal of Animal Science**, v.75, n.8, p.2024-2032, 1997.

ARCHER, J.A.; RICHARDSON, E.C.; HERD, R.M.; ARTHUR, P. Potential for selection to improve efficiency of feed use in beef cattle: a review. **Australian Journal of Agricultural Science**, v.50, p.147-161, 1999.

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.147-161, 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 postweaning traits in Angus cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.79, p.2805- 2811, 2001.

ARTHUR, P.F.; HERD, R.M. **Residual feed intake in beef cattle**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.37, p.269-279, 2008.

ARTHUR, P.F.; HERD, R.M.; WILKINS, J.F. et al. Maternal productivity of Angus cows divergently selected for post-weaning residual feed intake. **Australian Journal Experimental Agriculture**, v.45, p.985-993, 2005

ARTHUR, P.F.; RENAND, G.; KRAUSS, D. Genetic parameters for growth and feed efficiency in weaner versus yearling Charolais bulls. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.52, p.471–476, 2001b.

BASARAB, J. A. et al. Reducing GHG emissions through genetic improvement for feed efficiency: effects on economically important traits and enteric methane production. **Animal**, v. 7, n. s2, p. 303-315, 2013.

BASARAB, J.A., PRICE, M.A., AALHUS, J.L., OKINE, E.K., SNELLING, W.M. & LYLE, K.L. 2003. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. **Canadian J. Anim. Sci.** 83, 189-204.

BASARAB, J.A.; MCCARTNEY, D.; OKINE, E. K. et al. Relationships between progeny residual feed intake and dam productivity traits. **Canadian Journal of Animal Science**, v.87, p.489-502, 2007

BERRY, D.P.; CROWLEY, J.J. Residual intake and gain; a new measure of efficiency in growing cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 90, p. 109-115, 2012.

BISQUERRA, R.; SARRIERA, J. C.; MARTÍNEZ, F. **Introdução à estatística: enfoque informático com o pacote estatístico SPSS**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

BRODY, S. **Bioenergetics and growth with special reference to the efficiency complex in domestic animals**. New York: Reinhold Publishing Corporation, 1945. 1023p.

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. 73-80, 1998.

CASTILHOS, A. M. de. **Eficiência alimentar e desempenho de bovinos Nelore selecionados para peso pós-desmame**. 2009. 85f., Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Zootecnia. Botucatu – SP.

CASTILHOS, A.M.; BRANCO, R.H.; CORVINO, T.L.S.; RAZOOK, A.G.; BONILHA, S.F.M.; FIGUEIREDO, L.A. Duração do período de avaliação pós-desmame para medidas de desempenho, consumo e eficiência alimentar em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.2, p.301-307, 2011.

CHAVES, A.S. **Relações entre eficiência alimentar e características de carcaça, qualidade de carne, batimentos cardíacos e consumo de oxigênio em bovinos**.

133p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, Piracicaba. 2013.

CHIZOTTI, M. L.; VALENTE, E. E. L.; GOMES, R. A.; CHIZOTTI, F. H. M.; LADEIRA, M. M.; RODRIGUES, R. T. S. Modelagem para a predição de consumo pelos ruminantes. In: II Simpósio Brasileiro de Produção de Ruminantes no Cerrado. Universidade Federal de Uberlândia, 18 a 20 de abril de 2013. **Anais...** Uberlândia – MG: FAMEV - UFU. 2013. p. 259 -292.

COUTINHO, Carolina Cesarino. Curvas de crescimento de características de carcaça obtidas por ultrassonografia em bovinos Nelore selecionados para peso pós desmame. 2014. ix, 60 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/108835>>.

DE VRIES, A.G.; KANIS, E. A growth model to estimate economic values for food intake capacity in pigs. **Animal Production**. v. 55, p. 241-246, 1992

DURUNNA O. N., COLAZO M.G., AMBROSE D. J., MCCARTNEY D., BARON V. S., BASARAB J. A. Evidence of residual feed intake reranking in crossbred replacement heifers. 2012. **Journal of Animal Science**. 90:734–741.

DURUNNA, O.N.; PLASTOW, G.; MUJIBI, F.D.N.; GRANT, J.; MAH, J.; BASARAB, J.A.; OKINE, E.K.; MOORE, S.S.; WANG, Z. Genetic parameters and genotype x environment interaction for feed efficiency traits in steers fed grower and finisher diets. *Journal of Animal Science*. v. 89, p. 3394-3400, 2011.

FAIRFULL, R.W.; CHAMBERS, J.R. Breeding for feed efficiency: Poultry. **Canadian Journal of Animal Science**. v.84, p. 513-537, 1984.

FERREIRA, Aline Maria Soares. **Consumo observado e predito pelos sistemas nutricionais em bovinos de corte confinados**. 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/24175/1/ConsumoObservadoPredito.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2020

FITZHUGH, H.A.; TAYLOR, C.S. Genetic analysis of degree of maturity. **Journal of Animal Science**, v.33, p.717-725, 1971.

GIBB, D.J.; McALLISTER, T.A. The impact of feed intake and feeding behavior of cattle on feedlot and feedbunk management. Western Nutritional Conference, **Proceedings**, v.20, p.101-116, 1999

GOMES, R.C.; SANTANA, M.H.A.; FERRAZ, J.B.S.; et al. **Ingestão de alimentos e eficiência alimentar de bovinos e ovinos de corte: metodologia de avaliação e instalações para viabilizar a colheita de dados na fase pós-desmama**. 1. ed. Ribeirão Preto: Funpec, 2011. v.1. 77p.

GOMES, Rodrigo da Costa; MENDES, Egleu D. M. **Procedimentos para mensuração de consumo individual de alimento em bovinos de corte**. ResearchGate, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/259099649_Procedimentos_para_mensur

acao_de_consumo_individual_de_alimento_em_bovinos_de_corte >. Acesso em: 30 out. 2019.

GRION, A.L. **Parâmetros genéticos de medidas indicadoras de eficiência alimentar de bovinos de corte**. 2012. 94p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, 2012.

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

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/3939#resultado>> Acesso em: 19 set. 2019.

INTERGADO. [200-]. Disponível em: <<https://www.intergado.com.br/>>. Acesso em: 1 out. 2019.

KLEIBER, M. Problems involved in breeding for efficiency of food production. In: Proceedings of the American Society of Animal Production, 29, 1936, Madison, WI. **Proceedings...** Madison, WI:1936. p. 247-258.

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

LIU, M. F.; GOONEWARDENE, L. A.; BAILEY, D.R.C. et al. A study on the variation of feed efficiency in station tested bulls. **Canadian Journal of Animal Science**, v.80, p.435-441, 2000

LOBO, U.G.M. **Análise da granulometria, matéria seca e consumo de bovinos da raça Senepol submetidos a prova de eficiência alimentar**. 2018. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.753>> Acesso em: 28 nov. 2019

MENDES, E. D. M. **Consumo Alimentar Residual: eficiência alimentar para o bovino de corte brasileiro**. Curitiba: FIEP - Federação das Indústrias do Paraná, 2011.

MENDES, et. al. Procedimentos para mensuração de consumo individual de alimento em bovinos de corte., 2020. Disponível em: < <https://www.ancp.org.br/wp/wp-content/uploads/2020/03/manual-eficiencia-alimentar-mar2020.pdf> >. Acesso em: 10 nov. 2020

MORELLI, M., Ceacero, T., Canesin, R., & Branco, R. (2015). Eficiência alimentar e reclassificação em bovinos de corte em diferentes fases de desenvolvimento. **Boletim de Industria Animal**, 71, 27-27. Recuperado de <<http://www.iz.sp.gov.br/bia/index.php/bia/article/view/399>> Acesso em: 05 dez. 2019

NASCIMENTO, M.L. **Eficiência alimentar e suas associações com o lucro, características de carcaça e qualidade de carne de bovinos Nelore**. 2011. 119f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington: D.C., 1987. 85 p

OLIVEIRA, Luíza Freitas de. **Consumo alimentar residual e produção de metano entérico de bovinos em confinamento e pastagem**. 2014. iii, 46 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/115950>>. Acesso em: 04 dez. 2019

RICHARDSON, E. C., R. M. HERD, L. A. ARCHER, AND P. F. ARTHUR. Metabolic differences in Angus steers divergently selected for residual feed intake. **Aust. J. Exper. Agric.** 44:441-452, 2004.

RICHARDSON, E.C., HERD, R.M. Biological basis for variation in residual feed intake in beef cattle. 2. Synthesis of results following divergent selection. **Aust. J. Exp. Agric.** 44, 431–440, 2004

WATANABE, R.N. **Incorporação de informações genômicas para estimação de parâmetros genéticos de peso corporal e escores visuais na raça Nelore**. 2018. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/154989>>. Acesso em: 09 dez. 2019