



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCOVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

IZABEL DE SOUSA OLIVEIRA

CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL COMO MEDIDA DE EFICIÊNCIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CRUZ DAS ALMAS-BA

SETEMBRO/2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
CURSO DE ZOOTECNIA

**CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL COMO MEDIDA DE
EFICIÊNCIA**

IZABEL DE SOUSA OLIVEIRA

Trabalho de conclusão de curso submetido ao Colegiado de Graduação de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Zootecnista.

Prof. Orientadora: Dr^a . Adriana Regina Bagaldo

CRUZ DAS ALMAS-BA

SETEMBRO/2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO
DE CURSO DA DISCENTE IZABEL DE SOUSA OLIVEIRA**

Aprovado em, 04 de setembro de 2017



Dr^a Adriana Regina Bagaldo
Professora-Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(Orientadora)



Dr^a Rosani Valéria Marcelina Matoso Silva
Doutora em Ciência Animal-UFBA
(Membro)



Msc. Bárbara Cristina Dantas Da Silva
Mestre em Zootecnia pela UFS
(Membro)

CRUZ DAS ALMAS-BA

SETEMBRO/2017

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, sabedoria e capacidade de enfrentar essa jornada que foi árdua mais cheia de aprendizagem.

Ao meus pais EDGAR e IRACI, minha base, sustentação e fonte de inspiração. Obrigada sempre pelo bom conselho e ensinamento nunca esquecerei de todo que vivi na minha infância e buscarei sempre colocar em prática todos os exemplos bons por vocês passados.

As minhas irmãs, ERIAN, EDISLENE e IVONEIA, pelos momentos compartilhados, os de felicidades e aqueles que não foram tão fáceis, saibam que são as melhores irmãs do mundo e agradeço a Deus por ter vocês ao meu lado.

A EDSON, a pessoa muito especial que Deus colocou na minha vida. Com ele vivo momento de companheirismo e cumplicidade que faz com que minha vida tenha mais sentido.

As minhas sobrinhas e sobrinho que são responsáveis, muitas vezes pelo meu sorriso e descontração de momentos difíceis. Vocês são muito importantes para mim.

Aos meus amigos e amigas que torceram e torcem por mim, aqueles que direta ou indiretamente estiveram ao meu lado sempre apoiando com palavras, brincadeiras ou até mesmo uma sintonia de pensamentos que acabam dando inspiração para continuar. Obrigada pelo carinho.

A RAPHA pelo companheirismo durante essa jornada, dizer que não foi fácil, mas vencemos.

A turma de ZOOTECNIA 2012.1 por todos os momentos vivenciados. Levarei vocês sempre no coração lembrando sempre das particularidades de cada um.

A todos os mestres que conheci durante minha vida acadêmica, meu muito obrigada por todos os ensinamentos e puxões de orelha, saibam que contribuíram com minha aprendizagem e tentarei fazer jus os conhecimentos por vocês passados.

A MALTIDE e EDVALDO, EDINA e JOELSON, ERICA e WELBER por todos os momentos de aconchego e carinho por mim. Deus proteja cada um de vocês.

A BRUNA YASNAIA, ROSANI MATOSO e FABIANA LANA, por todos os ensinamentos, paciência e aprendizado, agradeço pelos conselhos e orientações.

Aos funcionários, do Restaurante Universitário e da Fazenda Experimental da UFRB que Deus abençoe a todos, obrigada por tudo.

SUMÁRIO:

RELATÓRIO DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO	1
INTRODUÇÃO	2
METODOLOGIA	2
TABELA 1. Atividades desenvolvidas durante o período do estágio supervisionado³	
CONCLUSÃO	7
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	8
1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1. Eficiência Alimentar.....	11
2.2. Consumo Alimentar Residual.....	12
2.3. Benefícios do CAR.....	13
2.4. Bases fisiológicas do CAR	15
2.4.1 Consumo de alimento	15
2.4.2 Digestão de alimentos.....	16
2.4.3 Metabolismo	17
2.4.4 Atividade física.....	18
2.5 Combinações de mecanismo biológico	19
2.6 CAR e suas limitações.....	19
2.6.1 Mudança na composição do ganho.....	19
2.6.2 Custo para determinação do CAR	21
2.7 Correlação entre CAR e melhoramento genético	22
2.8 Como mensurar o consumo individual dos animais.....	23
a) Baias individuais:.....	23
b) Baia coletiva (sistema “Calan Gate”) e o sistema Growsafe®:.....	23
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
4. CONCLUSÃO	25
5. REFERÊNCIAS	26

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
CURSO DE ZOOTECNIA

RELATÓRIO DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO

IZABEL DE SOUSA OLIVEIRA

Relatório final de estágio supervisionado apresentado à disciplina Estágio Supervisionado da Coordenação do Curso de Zootecnia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Zootecnista.

Prof. Orientadora: Dr^a . Adriana Regina Bagaldo

CRUZ DAS ALMAS –BA

SETEMBRO/2017

INTRODUÇÃO

Durante o curso de Bacharelado em Zootecnia, principalmente em aulas teóricas e práticas, compreendemos boa parte das possibilidades que podemos trilhar na vida profissional. Porém, no decorrer desse processo de formação, fica evidente a necessidade e a importância do estágio supervisionado, para consolidar informações e conhecimentos adquiridos ao longo da graduação. Bem como, vivenciar situações reais do dia-a-dia profissional estreitando o seu contato direto com o local de trabalho, e com isso, permitindo a autoanálise das suas habilidades e aptidões, para que possa escolher melhor qual o campo de atuação pretendido.

A escolha do estágio na área de análise bromatológica de alimentos e análise laboratorial, foi por perceber a real importância de determinar a composição nutricional de ingredientes utilizados nas formulações de dietas principalmente para ruminantes bem como, avaliar a relevância do estudo dos alimentos para potencializar a síntese microbiana.

Visto que é a base dos segmentos relacionados ao controle de qualidade, e composição química dos alimentos, bem como, ao valor nutricional e às propriedades toxicológicas das dietas utilizadas para cada categoria animal. Sendo assim, a Bromatologia, é importante no balanceamento correto das dietas dos animais, tendo em vista, desempenhos superiores no sistema de produção.

Desta forma este trabalho contribuirá na utilização de alimentos com a determinação de nutrientes presente nos mesmos. Este relatório é composto da descrição das atividades realizadas durante o Estágio Curricular Supervisionado em Zootecnia.

METODOLOGIA

As atividades ocorreram sob a orientação da Professora Adriana Regina Bagaldo, e supervisão de Rosani Valéria Marcelina Matoso Silva, no LABRO (Laboratório de Análise Bromatológica)/UFRB, durante o período de outubro de 2016 a fevereiro de 2017, com carga horária de 400 horas. O estágio envolveu realização de análises laboratoriais.

As atividades práticas de Bromatologia, realizadas, consistiu na determinação de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e lignina, seguindo os procedimentos descritos por Dettman (2012); e análises de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) segundo o método de Van Soest et al. (1991).

Além de determinação de proteína bruta (PB), método proposto por kjeldahl (1883), análise de amostra de sangue e urina que possibilitou determinar creatinina, ureia e derivados de purina por meio de kits comerciais.

As análises realizadas foram amostras de ingredientes, sobras, pastagem, urina sangue e fezes. Estas foram coletada em dois experimentos realizados na fazenda experimental do CCAAB, no setor de Ovinocultura. Os experimentos, tinham como objetivos avaliar diferentes níveis de inclusão de alimentos alternativos em dietas de ovinos, sendo estes a torta de Dendê e farelo de Algaroba.

TABELA 1. Atividades desenvolvidas durante o período do estágio supervisionado

ESTÁGIO EM BROMATOLÓGIA			
	Metas	Atividade	Período (mês/ano)
1	Preparo de amostra e determinação de matéria seca total	Inicialmente as amostras foram moídas e posteriormente pesadas utilizando-se balança analítica uma quantidade de 2g da amostra em cadinhos as quais foram colocada em estufa a 105°C por 16 horas.	Outubro/ novembro 2016
2	Determinação de cinzas	Após serem secos em estufa a 105°C os cadinhos foram colocados em dessecador afim de esfria-lo, e pesados em seguida. Foram adicionado 2 gramas de amostra no cadinho e em seguida colocodos na mufla, e após as amostras serem totalmente incinerados, por volta de 3 a 4 horas, os cadinhos foram retirados e novamente colocados no dessecador e pesados em seguida.	Novembro/ dezembro 2016
3	Avaliação do nitrogênio total (PROTEÍNA BRUTA)	A análise foi realizada, sendo determinada indiretamente a partir do valor de nitrogênio total (N), o qual é acurado por um método que se baseia em três etapas: digestão, destilação e titulação.	Dezembro de 2016/janeiro2017

		<p>A matéria orgânica existente na amostra foi digerida com ácido sulfúrico em um catalizador para que o nitrogênio fosse transformado em sal amoniacal (sulfato de amônio).</p> <p>Com isso, a amostra digerida em ácido foi resfriada, diluída em água destilada e alcalinizada com hidróxido de sódio em destilador do tipo Kjeldahl, que condensou a amônia desprendida da amostra. A amônia foi recuperada em uma solução de ácido bórico e titulada com ácido clorídrico padronizado. Após determinar o N, o teor de PB foi estimado multiplicando-se pelo fator de conversão de 6,25.</p>	
4	<p>Pesagem de amostra e determinação da gordura bruta ou extrato etéreo</p>	<p>Para a determinação de extrato etéreo foi utilizado o método Goldfish o mesmo apresenta três etapas distintas: extração, remoção e pesagem. Para a determinação foram pesadas 2 gramas em cartucho, colocados em copo devidamente identificados e com seu peso registrado em seguida os copos foram acoplados no extrator.</p> <p>O éter utilizado no processo, é aquecido até se tornar volátil e, ao condensar-se, circula sobre a amostra em análise, arrastando toda a fração gordurosa e demais substâncias solúveis em éter. Posteriormente ocorreu a pesagem do copo e sua anotação.</p>	<p>Dezembro 2016</p>

5	Determinação da fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido;	Para a determinação da FDN e da FDA pelo método convencional de Van Soest (1991), foi utilizado 1,0 g de amostra, solução de detergente neutro ou detergente ácido, A solução contendo as amostras permaneceu em fervura durante 60 minutos a 100° C, depois enxaguados com água destilada, emergidos em acetona e levados para estufa de ventilação por 48 horas e mais 4 horas a 105° C em seguida pesados.	Novembro/ Dezembro 2016
6	Avaliação de teor ureia, creatinina e derivados de purina	As análises fora realizadas por meio de kits comerciais, em amostras de sangue e urina. A determinação do teor das variáveis e importante pois assim pode estimar a produção de proteína microbiana de forma rápida. A confirmação que a relação entre produção de proteína microbiana e derivado de purina de derivados. Os derivados de purina avalizado foram xantina hipoxantina, ácido úrico, alantoína.	Janeiro 2017
7	Avaliação de lignina	O método utilizado foi hidrólise ácida (método INCT-CA F-005/1). O processo consistiu na lavagem dos saquinhos, secagem na estufa de 105°C por 16 horas, em seguida retirou os saquinhos de TNT e colocou no dessecador por 30 minutos e posteriormente pesou, nos mesmos saquinhos identificados foi pesado 1,0g de amostra. Adicionou 100 mL de detergente ácido e autoclavou -os por 1 hora de forma a extrair todos os	Fevereiro 2017

		<p>componentes solúveis em detergente ácido. Em seguida foi lavado sequencialmente com água destilada e acetona. Posteriormente os saquinhos foram colocados em coletores e adicionado 30 mL de ácido sulfúrico e homogeneizados. Após três horas foram lavados com água quente e secos em estufa a 105°C. em seguida levado para mufla em temperatura a 600°C por duas horas, após retirou as amostras e colocou em dessecador por 30 min. E então os pesos foram registrados.</p>	
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

CONCLUSÃO

O estágio supervisionado foi de grande relevância para o aperfeiçoamento do aprendizado teórico e prático adquirido ao longo do curso assim como na área de análise bromatológica.

Os conhecimentos adquirindo durante o estágio, bem como a superação de desafios foram indispensáveis para o amadurecimento pessoal e profissional tendo em vista que as situações vivenciadas sem dúvidas foram os maiores ganhos proporcionados pelo período do estágio.

Por fim, o estágio contribuiu para o conhecimento da análise bromatologia, além de proporcionar a oportunidade de conhecer detalhadamente cada ingrediente que compõe as dietas dos ruminantes. Hoje me sinto mais preparada e confiante para vivenciar outras experiências na carreira profissional.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
CURSO DE ZOOTECNIA

IZABEL DE SOUSA OLIVEIRA

CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL COMO MEDIDA DE EFICIÊNCIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CRUZ DAS ALMAS-BA

SETEMBRO/2017

1. INTRODUÇÃO

As análises de dados de pesquisas estimam que em 2050 a população mundial passará de 7,2 bilhões podendo chegar a 9,6 bilhões de pessoas (ONUBR, 2013). Essa estatística revela que o número populacional tende a aumentar, bem como a necessidade de produção de alimento que tem por consequência maior impacto ambiental. Essa questão tem grande importância, visto que atualmente há uma prioridade na sustentabilidade dos recursos ambientais. Neste contexto faz -se necessário reorganização da cadeia produtiva a fim de atender as demandas de alimento no mundo, diminuindo os impactos causados ao meio ambiente .

A alimentação dos animais é a constituinte responsável por elevar custo dentro do sistema de criação. Neste cenário a busca de animais mais eficientes na utilização do alimento é tanto um meio de otimizar a lucratividade, quanto o de reduzir a área para criação, possibilita um maior número de animais por área. A definição de estratégias para aumentar a eficiência alimentar no rebanho é muito importante desde que não comprometa características de alta relevância como: habilidade materna e características na qualidade de carcaça.

Em um sistema de produção existem várias medidas para calcular a eficiência alimentar, através da ingestão de alimentos: conversão alimentar (CA), que é a razão entre consumo de matéria seca diário observada (CMS) e ganho médio diário (GMD), e seu inverso, eficiência alimentar (EA), definida pela razão entre GMD e CMS. Ambas são altamente correlacionadas com ganho de peso e taxa de crescimento (ARCHER et al.,1999). Frente às essas alternativas, o consumo alimentar residual (CAR), vem se destacando por permitir seleção de animais com menor consumo e exigências de manutenção sem interferir no peso adulto ou ganho de peso (KOCH et al 1963).

O consumo alimentar residual (CAR), pode ser definido como a diferença entre o consumo observado e o consumo estimado em função do peso metabólico ($PVM^{0,75}$) e do GMD. Um dos benefícios do CAR é a possível comparação do CMS dos animais independente das diferenças de tamanho ou da taxa de crescimento dos mesmos. O CAR tem crescido em popularidade como índice para mensurar eficiência alimentar , e tem sido proposto como um método que pode ser utilizado na seleção genética de animais mais eficientes (BERRY e CROWLEY, 2013). Os animais eficientes são classificados com (CAR negativo) ou seja apresenta consumo abaixo do predito, já os animais ineficientes apresentam (CAR positivo), consumo além do predito.

Objetivou-se com esta revisão de literatura, fazer uma síntese geral da utilização do CAR como medida de eficiência alimentar, suas variações e limitações, bem como sua relação com o melhoramento genético.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Eficiência Alimentar

Na produção animal, é preciso diminuir os custos, principalmente aqueles referentes à alimentação e assim alcançar rentabilidade dentro do sistema de criação, já que representa uma parte significativa do investimento. Desta forma deve-se buscar alimentos com menor custo para a constituição da dieta, e manter animais mais eficientes. A eficiência consiste em fornecer os nutrientes essenciais para a manutenção, ao mesmo tempo que potencializa o desempenho com a mínima entrada de alimento.

A discussão dos índices de eficiência teve início em meados do século XX (BRODY, 1945) e a partir deste momento, foram citada várias formas de se calcular a eficiência alimentar. No Brasil a eficiência da alimentação é avaliada tradicionalmente por meio da conversão alimentar (NASCIMENTO et al., 2016) expresso pelo total de matéria seca consumida em relação ao ganho médio diário.

Existem outras medidas de avaliação da eficiência como as propostas por (ARTHUR e HERD 2008), o ganho de peso médio diário (GMD), o peso vivo metabólico médio ($PVM^{0,75}$), a eficiência alimentar bruta; ($EA = \text{kg GMD/kg consumo de alimento}$), o consumo alimentar residual, ($CAR = \text{diferença entre o consumo observado e o consumo esperado para determinado GMD}$), a taxa de crescimento relativo, ($TCR = \text{mudança no pv/dia}$) (TCR) e a taxa de Kleiber ($TK = GP/PM$).

A ciência busca encontrar formas de aumentar a eficiência animal, principalmente através da nutrição, genética e bem estar. Estudos revelam que variações fenotípicas e genotípicas no que diz respeito a (EA), (CA), (CAR) e eficiência parcial de consumo refletem diretamente na redução dos custos de produção, seguidos com o aumento na eficiência global..

As características de avaliação de eficiência alimentar, são calculadas pelo consumo de matéria seca (CMS) que representa a entrada e características de crescimento, como: ganho médio diário (GMD) e o peso vivo metabólico ($PVM^{0,75}$) representando a saída (ROLFE et al., 2011; GRION et al., 2014).

Atualmente o CAR ou consumo alimentar líquido, vem sendo mais utilizado como medida de eficiência, na espécie bovina. devido a busca contante se melhores índice principalmente relacionado com alimentação Para a espécie ovinas ainda são poucos estudos na perspectiva de CAR, pesquisadores vem crescendo o interesse no tema; (KNOT et al 2008; RICÓN DELGADO et al 2011).

2.2. Consumo Alimentar Residual

O CAR é considerado uma medida de eficiência alimentar (LIMA et al 2013), que não é correlacionada com tamanho, peso corporal ou taxa e ganhos dos animais, com isso não implica no aumento de exigência de manutenção do rebanho (KOCH. et al, 1963). Os mesmos autores afirmam ainda que a utilização do CAR como índice de seleção para eficiência permite a identificação de animais com menor consumo de alimento e menor exigência para manutenção, sem alterar o peso adulto ou o ganho de peso.

O CAR é definido como a diferença entre o consumo individual de matéria seca observada (CMS_{OBS}) e o consumo estimado (CMS_{EST}), obtido por regressão múltipla ajustada em função do GMD e peso metabólico do animal, (KOCH et al.1963). Assim animais mais eficientes apresentam CAR negativo (consumo observado menor que o predito para o ganho observado) e os menos eficientes tem um CAR positivo (consumo observado maior que o predito). Animais eficientes ou de baixo consumo alimentar oferecem vantagem econômica significativa, uma vez que eles consomem menos alimentos, do que o esperado, pelo seu peso e taxa de ganho, em comparação com os seus homólogos mais ineficientes ou de alto consumo.

O consumo de matéria seca observado é mensurada pelas pesagens diárias oferecidas e as sobras, e o consumo de matéria seca predita, requer estimativas de ingestão alimentar esperado. Isto pode ser predito a partir de dados de produção utilizando fórmulas de padrões de alimentação (como exemplo o NRC 2007) ou regressão múltipla, desenvolvida por (KOCH et al. (1963) que considera o peso vivo metabólico ($PVM^{0,75}$) e o ganho médio diário (GMD)

O CAR vem sendo utilizado como critério de seleção em função de sua moderada herdabilidade de 0,28 a 0,39 (KOCH et al., 1963). Os mesmos autores afirmam que diferença tanto no peso como no ganho afetam as necessidades de alimento em bovinos de corte e sugerem que a ingestão de ração poderia ser ajustada para peso corporal e ganho de peso, dividindo o consumo de ração em dois componentes: 1) o consumo de ração esperada para dado nível de produção e; 2) uma porção residual, essa porção residual de consumo poderia ser utilizada para identificar possíveis animais que desviam o seu nível de ingestão esperado e animais mais eficientes que apresentam valores de CAR negativos ou seja melhor aproveitamento do alimento pelo animal.

O CAR é estimado como o resíduo da equação de regressão do CMS em função do peso metabólico ($PVM^{0,75}$) e o ganho médio diário (GMD), conforme modelo proposto por (KOCH et al. 1963) para estimar o consumo predito.

$$CMS = \beta_0 + \beta_P * PVM^{0,75} + \beta_G * GMD + \varepsilon;$$

Em que β_0 é o intercepto da regressão;

β_P e β_G são coeficientes de regressão linear do peso metabólico e do ganho médio diário, respectivamente.

ε é o erro residual do consumo do animal.

Esse modelo de regressão estimar o consumo predito, e assim avaliar o CAR, de acordo com estudos de (BASARAB 2003, Nkrumah et al. 2007), explica 70% a 80% da variação no consumo predito.

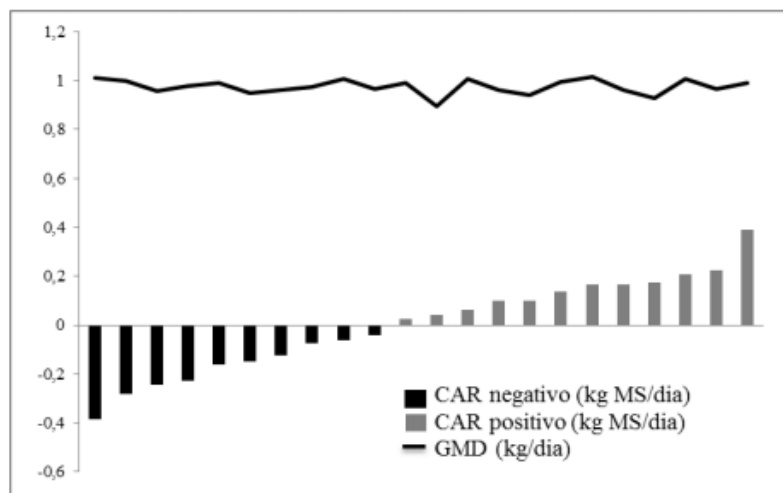


Figura 1. Distribuição do consumo alimentar residual (CAR) em bovinos de corte ranqueados do mais eficiente ao menos eficiente e os respectivos ganhos médio diário em peso (GMD). Lima et al (2013) adaptado de Moore et al (2005).

A Figura 1, apresenta o consumo alimentar de bovinos, em que animais abaixo da linha de tendência são classificados como eficientes, consumindo menos que os animais classificados como ineficientes, com mesmo nível de desempenho.

2.3- Benefícios do CAR

Os benefícios em utilizar o CAR como medida de eficiência alimentar podem ser observados tanto na visão econômica quanto ambiental. O desafio de aumentar a produtividade minimizando o custo de produção e o prejuízo ao meio ambiente, faz com

que cada vez mais, a busca por animais mais eficientes no aproveitamento alimentar seja necessária. Pois animais com maior eficiência apresentam grandes impactos sobre a lucratividade na produção, a maior produção de carne/unidade área e ao mesmo tempo causaria menor impacto de ordem ambiental por serem menos poluentes.

Nkrumah (2006), correlacionou a ingestão de alimento com a produção diária de metano, e registrou diferença de 28% na produção de metano, entre CAR positivo e negativo, valor correspondente a cerca de 15,68 kg/ano a menos de metano emitido por animais eficientes em relação aos não eficientes. Assim ao selecionar animais que consome menos resultara em uma menor emissão de metano.

Segundo Arthur & Herd, (2008), outro benefício de selecionar animais eficientes por meio do consumo alimentar residual é permitir que com a mesma ingestão de alimento, os animais mantenham o mesmo nível de produção. Os autores, também afirmam que para animais em pastagem, traduz-se na utilização de menos biomassa, e isso fornece ao agricultor flexibilidade para desenvolver um plano de gestão e adoção de estratégia na forma de preservação da biomassa excedente na forma de feno ou silagem, encontrando a sustentabilidade econômica e ambiental da propriedade.

Alende et al. (2016), afirmam que selecionar animais com CAR negativo, contribui para diminuição de emissão de metano ao mesmo tempo que obtém o mesmo desempenho animal e reduz os impactos ambientais ocasionados pela produção de carne e leite. Fitzsimons, et al. (2013), relatam que animais que apresentam baixo CAR produzem menores quantidades de metano, e que emissão de metano de animais mais eficientes é 12,5% menor que animais menos eficientes CAR positivo.

Gomes et al.:(2013), observaram que animais Nelore com baixo CAR, apresentaram menor consumo de matéria seca e taxa de conversão alimentar em relação aos animais de alto CAR. Esse resultado afirma o conceito de que o consumo alimentar residual independe de taxa de crescimento e peso corporal (KOCH et al, 1963).

Guimarães et al. (2017) avaliando eficiência alimentar por meio do consumo de matéria seca de bovinos, da raça Semental, observaram que os animais de alta eficiência (CAR negativo) consumiram 11,3% menos alimentos do que animais de baixa eficiência (CAR positivo) para o mesmo ganho médio diário. Na mesma proporção consumo de matéria seca, e porcentagem de ingestão de matéria seca por peso corporal foi 13,1% menor em animais de alta eficiência, em comparação com animais de baixa eficiência.

A vantagem em utilizar o consumo alimentar residual em relação a conversão alimentar, é que o CAR mostra uma distribuição normal, uma vez que é uma combinação linear das três variáveis: consumo de matéria seca, ganho médio diário e peso corporal médio. Valores altos de ganho médio diário causam variações na conversão alimentar.

2.4 Bases fisiológicas do CAR

Estudos revelam que a variação da eficiência de utilização de alimentos pelos animais compreende um complexo processo biológico, bem como interferência direta e ou indireta do meio em que o animal se encontra, mostrando que muitos mecanismos estão associados ao fenótipo do CAR.

Compreender como esses complexos mecanismo funcionam, quais as possíveis rotas e gastos de energia torna –se necessário para explicar como um animal eficiente que consome menos tem ganho próximos a ineficiente. Para justificar essas possíveis variações vem fazendo estudos principalmente com animais bovinos.

No que diz respeito a esses mecanismos, é provável que haja alguns processos responsáveis pela variação da eficiência, (HERD & RICHARDSON 2004), a: i) Consumo de alimentos; ii) digestão de alimentos (e o custos de energia associada) ; iii) metabolismo (anabolismo e catabolismo associado a variação na composição corporal) ; iv) atividade física.

2.4.1 Consumo de alimento

O consumo de alimentos é responsável por regular o fornecimento de nutrientes, que atuam diretamente nos tecidos corporais, bem como na manutenção dos ruminantes. Os mecanismos de controle de ingestão são complexos e dependentes de diversos fatores relacionados principalmente a dieta. Van Soest (1994), reconhece que o consumo de alimento é regulado e limitado pelas exigências fisiológicas e metabólicas do animal. Com isso, a habilidade de consumir mais alimentos resultará em uma maior retenção de nutrientes pelos mesmos.

Seja qual for o declínio no consumo voluntário de alimento tem efeito significativo sobre a eficiência de produção. Portanto identificar os possíveis fatores que restringem o consumo de forragem e/ou qualquer tipo de alimento pode auxiliar, na implantação de manejo que permita solucionar tais limitações melhorando assim o aproveitamento dos alimentos (MAGGIONI et al 2009).

De acordo com Herd & Arthur (2009), a variação do consumo de alimentos em ruminantes está correlacionada com a variação nos requerimentos de manutenção, sendo assim, com o aumento da ingestão de alimento, a quantidade de energia despendida para digestão aumenta, em parte na mudança do tamanho que ocorrem no trato digestório tal como nos órgãos associados e pela porção de energia gasta pelos próprios tecidos. A concentração de energia da dieta está diretamente relacionada com a ingestão de alimentos. Para Hill & Herd (2003), o uso de energia via processo biológico pode contribuir em proporção na variação individual e eficiência alimentar.

O incremento calórico representa a perda de energia durante o processo de digestão, absorção bem como o calor produzido pelo metabolismo dos nutrientes. Assim, admitindo que o CAR está ligado a diferenças na ingestão sem prejudicar o desempenho, logo pode ser esperado que animais mais eficientes apresentem menor gasto energético com o incremento calórico.

Fernandes et al.(2014), ao avaliarem característica de desempenho e eficiência alimentar de touro purunã em crescimento, observaram que o consumo de MS para atender às necessidades de manutenção e crescimento em tourinhos ineficientes foram superiores em 0,33 e 0,56 kg MS/dia aos tourinhos eficientes

Chen et al. (2014), em estudo com bovinos Angus e Charolês, observaram altas correlações fenotípicas entre CAR e comportamento alimentar afirmando que animais eficientes tendem a visitar o cocho com menos frequência . Os mesmos autores relatam que a diferença no comportamento alimentar e na utilização dos alimentos pode refletir no peso corporal, energia necessária para depositar gordura e desenvolvimento do animal.

Guimarães et al., (2017) avaliando bovinos da raça Senepol afirmam que o ganho médio diário das duas classes de CAR foi semelhantes, e as diferença no consumo de matéria seca de $-1,493 \pm 0,160$ kg por dia indicam que animais de alta eficiência consumiram 11,3% menos alimentos do que animais de baixa eficiência para o mesmo ganho de peso médio.

2.4.2 Digestão de alimentos

A digestibilidade da matéria seca (DMS) nos fornece uma estimativa de quanto o alimento ingerido é absorvido pelo animal, suprimindo suas necessidades vitais. Sendo assim uma vez consumido o alimento, a disponibilidade de nutrientes para a manutenção e

produção é diretamente dependente da digestibilidade e capacidade deste alimento ser metabolizado. (BERCHIELLI et al., (2011).

Magnani et al. (2013), avaliando relação entre consumo alimentar residual e digestibilidade em novilhas nelore, relataram que animais eficientes (CAR negativo) apresentaram maior digestibilidade da matéria seca fibra insolúvel em detergente neutro (DFDN), fibra insolúvel em detergente ácido (DFDA) e da celulose (DCEL), que animais menos eficientes e justifica que o resultado apresentado possivelmente deve-se a melhor capacidade de digestão da porção fibrosa da dieta.

Como animais de CAR negativo, apresentam maiores valores de DMS, DFDN, DFDA e DCEL, para menor ingestão de matéria seca, pode-se afirmar que a maior eficiência destes na utilização dos nutrientes da dieta, podendo ser esse um dos mecanismos para explicar as variações no CAR (MAGNANI et al., 2013).

2.4.3 Metabolismo

Em geral o processo metabólico envolve um gasto de energia, que segundo Herde & Arthur (2009) esse gasto para a deposição de proteína em forma de músculo tem diferença em relação ao mesmo gasto energético para a deposição de gordura. As eficiências parciais de nutrientes para uso em ganho de gordura estão na faixa de 70 a 95%, enquanto que para ganho em proteína esses valores são aproximadamente 40 a 50%. Toda via, não há maior variação na eficiência para ganho muscular devido ao maior Turnover de proteínas em relação à gordura.

Richardson & Herd (2004), afirmam que o turnover proteico, o metabolismo nos tecidos e o estresse, são responsáveis por 37% das variações do CAR, assim animais menos eficientes (CAR positivo) têm maior concentração de proteína e ureia no sangue correspondendo maior taxa de degradação proteica, e que animais mais eficientes teriam um mecanismo mais eficientes de deposição de proteína sendo assim menor taxa de degradação proteica.

Nkrumah et al (2006) trabalhando com 306 bovinos da raça Angus e Charolês avaliaram a produção de calor indiretamente, usando o consumo de oxigênio destacam que a produção de calor em animais eficientes diminuiu 21% em relação aos animais ineficientes. Afirmando que a retenção de energia foi maior em bovinos eficientes pois os mesmo apresentam menor gasto energético com a produção de calor, se comparados aos ineficientes.

Menor produção de calor em animais eficientes está associada com menor exigência de manutenção, isto poder ser consequência de mecanismos biológicos, como: baixa produção de metano, durante a digestão (NKRUMAH et al.,2006), e menor resposta ao estresse (KNOTT et al., 2008). Segundo Rodrigues et al. (2007) no metabolismo energético o calor produzido por animais é avaliado como produção total de calor, englobando o calor utilizado para manutenção somado ao calor gasto na forma de incremento calórico.

2.4.4 Atividade física

Richardson e Herd (2004), atribuíram 10% de variabilidade do CAR do gado à atividade física e 2% aos padrões de alimentação. Gomes et al. (2013) em estudo com novilho observaram menor grau de atividade em animais que apresentam alta eficiência em detrimento aos animais de baixa eficiência bem como a característica de comportamento de alimentação, incluindo a frequência e a duração dos eventos de alimentação, mostraram diferenças significativas entre os bovinos com diferentes classe de CAR.

Segundo Chen et al. (2014) em análise de comportamento de novilhos Angus e Charolês foi observado que animais classificados como menos eficientes tendem a exibir uma duração de alimentação e tempo de inatividade mais longo, o que indica possíveis variações do CAR.

De acordo com algumas evidências, fica claro que os comportamentos alimentares e padrões alimentar, assim como atividades físicas como frequência de ida ao cocho, tempo de alimentação diferem entre as classes de CAR. Essas características são próprias de animais mais eficientes contribuindo com menor gasto de energia, podendo a mesma ser destinada para manutenção dos animais e com isso melhorar a eficiência alimentar.

Gomes et al. (2013), trabalhando com padrão de comportamento e cortisol plasmático em novilho nelore, observaram que animais classificados com alto CAR (menos eficientes), apresentam maior nível de cortisol plasmático, em relação aos classificados com baixo CAR (mais eficientes), com valores de (21,1 vs 19,4 ug/dl). Os mesmos autores relatam que o cortisol no sangue indica susceptividade ao estresse e ao temperamento, podendo favorecer a variação no CAR em gado Nelore.

Assim quanto maior o nível de cortisol no sangue, menor será a capacidade de resposta ao stresse, aumentando o taxa metabólica resultando em maior gasto de

energia. O nível de cortisol tem efeito negativo sobre crescimento e uso de energia ou seja o animal deve-se encontra em ambiente tranquilo para que o mesmo possa expressar seu potencial produtivo.

2.5 Combinações de mecanismo biológico

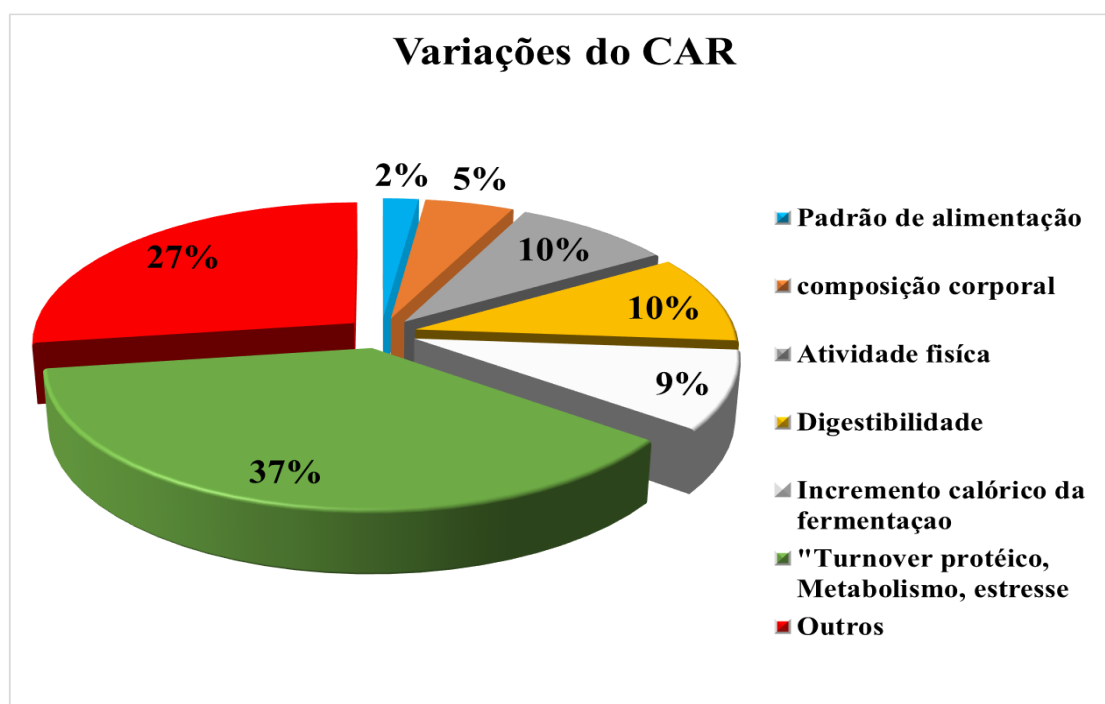


Figura 3. Contribuições de mecanismos biológicos à variação do CAR, determinado a partir de experimentos com bovinos selecionados para alto, médio e baixo CAR (Richardson e Herd 2004).

2.6 CAR e suas limitações

A utilização do CAR como medida de eficiência apresenta algumas limitações, as quais devem ser detalhadas, afim de alcançar os resultados esperados dentro do sistema de produção. As principais limitações que a literatura destaca são: mudança na composição do ganho e custo de determinar o consumo individual de cada animal.

2.6.1 Mudança na composição do ganho

Segundo Nascimento et al. (2016) antes de incluir índices de eficiência alimentar em programas de melhoramento, é importânte entender suas relações fenotípicas, as

características de carcaça e qualidade da carne, evitando que os benefícios obtidos pela redução de custos de produção apresente propriedades negativas no produto final.

A seleção para qualidade de carcaça é de grande importância, pois a gordura corporal protege a carcaça no resfriamento, confere acabamento ao gado de corte e ainda atua como reserva energética em matrizes para concomitante manutenção da condição corporal e prenhez e, no caso de novilhas, para crescimento (SANTANA et al., (2014).

Apesar da maior eficiência produtiva dos animais CAR negativos, pesquisa têm demonstrado que as alterações metabólicas podem ter efeitos sobre a qualidade da carne desses animais (HERD & ARTHUR, (2008). Santana et al (2012), descreveram que bovinos Nelores, que foram classificados com CAR negativo apresentaram menor deposição de gordura 1,35 mm na garupa em relação aos classificado com CAR negativo.

Guimarães et al (2017) em estudos com bovinos Senepol avaliaram comportamento de alimentação, duração da visita ao cocho, característica de carcaça e apresenta os seguintes valores, (Tabela 1).

Tabela 1. Médias mínimas de alimentação, crescimento, eficiência alimentar e características de carcaça do gado Senepol classificado como alta e baixa eficiência.

Variáveis	Classe de ingestão de alimentos residuais			p valor
	Alta Eficiência (N=83)	Baixa Eficiência (N=90)	Erro padrão da média	
Idade inicial (dias)	480	478	41,8	0,6420
Peso inicial (kg)	430	425	17,4	0,4417
Peso corporal metabólico (kg)	101	100	3,41	0,3433
Ingestão de matéria seca (kg /dia)	10,9	12,3	0,365	<0,0001
Ganho médio diário (kg dia)	1,37	1,35	0,088	0,6693
Taxa de conversão alimentar	8,57	9,58	0,536	0,0022
Indução de alimentação residual (kg/ dia)	-0,838	0,797	0,077	<0,0001
% Ingestão de materia seca por peso corporal	2,37	2,73	0,099	<0,0001
Duração da visita ao cocho (min dia)	97,1	107	4,89	0,0004
Frequência da visita ao cocho (visitas dia)	51,1	54,3	4,72	0,0811
Ingestão de matéria seca por visita (kg)	0,226	0,250	0,038	0,0072
Circunferência do tórax (cm)	186	185	3,11	0,2819

Comprimento do corpo (cm)	130	130	3,57	0,4130
Circunferência escrotal (cm)	37,6	37,1	0,502	0,1763
Altura do quadril (cm)	128	128	1,21	0,7307
Espessura da pele (mm)	1,34	1,35	0,020	0,7619
Área do músculo Longissimus (cm ²)	72,6	70,9	2,72	0,1699
Espessura da gordura das costas (mm)	3,31	3,48	0,387	0,3038
Espessura da gordura da garupa (mm)	7,13	7,83	0,475	0,0147

Fonte: Guimarães et al (2017)

Valores apresentado pelos autores anteriormente citados revela uma ligeira redução de gordura na carcaça. Porém vale lembra que os estudos apresentado foi realizado com animais em fase de crescimento onde a composição corporal se baseia na formação de músculos. No entanto, a diferença na deposição de gordura subcutânea entre animais eficientes e ineficientes, não torna um fator limitante, pois os animais dos estudos citados apresenta espessura de gordura superior a 3 mm exigida pelos frigorífico (GUIMARÃES et al 2017)

Mao et al.(2013), em estudo das relações fenotípicas e genéticas de características de carcaça em novilhos Angus e Charolês, afirmam que a inclusão do ajuste para espessura de gordura no modelo do CAR indica uma queda na magnitude da correlação genética na espessura de gordura na carcaça (0,42 para 0,23) e com marmoreio (0,14 para 0,02) em novilho Charolês e uma ligeira redução da correlação genética com marmoreio em novilho Angus (0,18 para 0,15). Os resultados propõem que a inclusão do ajuste de espessura de gordura no modelo de cálculo de CAR diminui o impacto negativo na característica da carcaça, então a seleção é capaz de encontrar animais mais eficientes na alimentação que apresente bons índices de qualidade de carcaça.

2.6.2 Custo para determinação do CAR

Diante das inúmeras vantagens em se utilizar o CAR como medida de eficiência alimentar, há implicações negativas que limitam sua adoção, como o alto custo para sua determinação (HERD et al., 2003). A julgar pela necessidade da coleta individual dos dados de consumo alimentar dos animais.

Uma solução proposta por pesquisadores da ESALQ/USP do Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal, que já vem ocorrendo em outros países como Austrália e Estados Unidos, é consolidar um programa nacional de avaliação com centros especializados e efetuar a seleção em duas fases (LANNA & ALMEIDA, 2004). Isso

resultaria em menor número de animais avaliados pelo CAR e consequentemente reduziriam os custos.

Os autores explicam que na primeira fase seriam selecionados os animais mais eficientes com base em indicadores fisiológicos e/ou marcadores moleculares, e em seguida passariam para a segunda fase, onde ocorreria a prova de desempenho e a classificação quanto ao CAR.

Castilhos et al (2011) afirmam que a determinação do CAR, em bovinos Nelore deve ser feita mediante observações durante 84 dias, já para ovinos (KNOTT et al. 2008), preconizam 60 dias. Para uma correta estimativa do CAR, é necessário garantir acurácia das determinações de consumo individual e ganho de peso dos animais avaliados.

2.7 Correlação entre CAR e melhoramento genético

O auxílio da eficiência do programa de melhoramento genético, aplicado no rebanho é fundamental para alcançar evolução na produção. O melhoramento genético tem objetivo de obter animais com genótipos superiores, por meio da seleção ou cruzamento entre indivíduos geneticamente melhorados para determinada característica, (PEREIRA 2012).

Um exemplo de critério de seleção é a utilização do Consumo Alimentar Residual (CAR), os animais são selecionados por consumirem menor quantidade de alimentos para o mesmo nível de produção, e assim levarem ao aumento da rentabilidade do sistema (MOORE et al., 2005).

Resultados de várias pesquisas indicam que esse índice é moderadamente herdável e geneticamente independente das características de crescimento e ganho de peso, bem como uma considerável variação genética para CAR e característica produtiva, o que pode indicar a utilização desse índice na identificação e seleção de animais geneticamente eficientes a uso de alimentos para produção, (NKRUMAH et al., 2007; BERRY e CROWLEY, (2013).

As estimativas de herdabilidade mencionadas na literatura para a características de CAR, consumo e ganho médio diário apresenta grande amplitude com valores moderados a altos (Tabela 2).

Tabela 2. Estimativa de herdabilidade para consumo alimentar residual (CAR), consumo, e ganho de peso diário (GPD) em vários estudos com bovinos de diferentes raças.

Autor	Raça	N	Herdabilidade		
			CAR	Consumo	GPD
Durunna et al (2011)	Angus x Charolês	490	0,42	0,34	0,23
Rolf et al (2011)	Cruzado	1183	0,46	0,32	0,22
Del Claro (2012)	Meta Análise	52637	0,29	0,41	0,35
Moa et al (2013)	Angus	551	0,47	0,39	0,38
Grion et al (2014)	Nelore	678	0,33	0,60	0,42

2.8 Como mensurar o consumo individual dos animais

Atualmente essa característica é mesurada por meio dos rebanhos comerciais em fazendas especializadas e institutos de pesquisa, a avaliação por parte do pecuarista tem um custo bastante significativo. Todo o consumo alimentar deve ser contabilizado individualmente até mesmo as sobras.

Gomes et al,(2011), afirma que existe forma diferente de mensurar o consumo individual, como: instalações individuais (baia) e instalações coletivas por sistemas de portões eletrônicos tipo “Calan Gate” e o sistema GrowSafe[®].

Os autores apresentam vantagens e desvantagens de cada sistema:

a) Baias individuais:

Suas principais vantagens, são o baixo custo em relação ao sistema coletivo e baixa necessidade de manutenção. Suas desvantagens são demanda de maior mão-de-obra no monitoramento da ingestão de alimento e os animais ficam privados de expressar comportamentos naturais.

b) Baia coletiva (sistema “Calan Gate”) e o sistema Growsafe[®]:

A vantagem desses dois sistemas é a capacidade de interação social dos animais. O sistema de portão eletrônico “Calan Gate”, controla eletronicamente o acesso do animal ao alimento que por meio de sensor que reconhece a presença do animal e automaticamente permite o acesso do mesmo ao cocho.

O sistema Growsafe[®], é moderno, esse sistema controla eletronicamente o indivíduo que esta se alimentando bem como o início, final e o número de refeições. Ambos os

sistemas apresentam vantagem como menor necessidade de mão-de-obra, e como desvantagem o alto custo de implantação e manutenção.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto é possível afirmar que a utilização do CAR, como ferramenta na eficiência alimentar em ruminantes faz-se cada vez mais necessário sendo visto os inúmeros benefícios apresentados. Ao se utilizar animais mais eficientes no que diz respeito á ingestão de alimentos com o mesmo ganho de produção resulta em uma maior lucratividade dentro do sistema. O Brasil vem se destacando mundialmente com um número expressivo de animais comercializado, no entanto pouco tecnificado apresentando baixos níveis de produções.

Por meio do CAR, animais superiores são identificados, essa característica é moderadamente herdável, conseqüentemente sua prole será mais eficiente no uso de alimentos gerando benefícios econômicos e ambientais. Estudos revelam que animais eficientes são menos poluentes na emissão de metano reduzindo impactos ambientais.

Por ser mais eficiente, CAR negativo pode colocar maior número de animais por área, otimizando a pastagem sem causar superlotação refletindo na eficiência animal/área. Porém está ainda longe de ser destaque em eficiência, várias pesquisas devem ser feita a fim de entender o complexo biológico que envolve o CAR, além disso justificar por que animais que consomem diferentes quantidades de alimentos podem ter um ganho similar.

A qualidade da carne desses animais vem sendo estudada por pesquisadores, que apontam uma menor deposição de gordura subcutânea em carcaças de animais selecionados para baixo CAR, essa característica deve ser levada em consideração, uma vez que qualquer melhoria na eficiência alimentar seria inútil se afetar a qualidade do produto final a carne.

Estamos ainda a passos lentos, mas a utilização do CAR como ferramenta em prol de índices melhores de eficiência ajudará a chegarmos mais próximo do que é desejado dentro da produção animal, que é produzir alimentos com qualidade e quantidade suficiente para atender à necessidade humana.

4. CONCLUSÃO

Mas ainda é necessário outros estudos a cerca do tema Em geral observa-se que a utilização do consumo alimentar residual como medida de eficiência é ferramenta de grande importância para alcançarmos lucratividade dentro do sistema de produção.

5. REFERÊNCIAS

- ALENDE, M., LANCASTER, P. A., SPANGLER, M. L., PORDOMINGO, A. J., AND ANDRAE, J.G., Residual feed intake in cattle: physiological basis. A Review El consumo residual en bovinos: base fisiológica. Revisión bibliográfica. **Revista Argentina de Producción Animal**, vol 36 N° 2:49-56, 2016.
- ARTHUR, P.F.; HERD, R.M. Residual feed intake in beef cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.37, p.269-279, 2008
- 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.
- BAÊTA, F. C.; SOUSA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2. ed.-Viçosa, MG: Editora: UFV, 2010. p 269.
- BERCHIELLI, T. T.; VEJA-GARCIA,A.; OLIVEIRA, S.G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. In: BERCHIELLI, T.T.; PERES, A.V.; OLIEIRA,S.G. **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP. p. 415-438. 2011
- BERRY, D.P. and CROWLEY, J.J. Genetics of feed efficiency in dairy and beef cattle. **Journal of Animal Science**, p. 1594-1613, 2013.
- CASTILHOS, A. M., BRANCO,R.H., CORVINO, T.L.S. et al. Duração do período de avaliação pós-desmame para medida de desempenho consumone eficiência em bovinos da raça Nelore. **Revista Bsaileira de zootecnia**, v.40, n.2, p.301-307, 2011.
- CHEN, L.; MAO, F.; CREWS, D. H. Jr.; VINSKY, M. and Li, C. Phenotypic and genetic relationships of feeding behavior with feed intake, growth performance, feed efficiency, and carcass merit traits in Angus and Charolais steers. **Journal of Animal Science**, p. 974-983, 2014.
- DEL CLARO, A.C.;MERCADANTE, M.E.Z.; SILVA,J.A.II V. Meta-Analise de parâmetro genético relacionado ao Car e a suas característica componentes em bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47,n.2,p.302-310,2012.
- DURUNNA, O. N.; PLASTOW, G.; MUJIBI, F. D. N.; GRANT, J.; MAH, J.; BASARAB, J. A.; WANG, Z. Genetic parameters and genotype× environment interaction for feed efficiency traits in steers fed grower and finisher diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, n. 11, p. 3394-3400, 2011
- FERNANDES,S.R.et al. Características de desempenho e eficiência alimentar de touros Purunã em crescimento de três classes de consumo alimentar residual. **Revista brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n. 1. Belo Horizonte. 2014.
- FITZSIMONS, C., KENNY, D.A., DEIGHTON, M.H., FAHEY, A.G. and McGee, M. Methane emissions, body composition, and rumen fermentation traits of beef heifers differing in residual feed intake. **Journal of Animal Science**, p.:5789–5800, 2013.
- GOMES, R.C.; SAINZ, R. D.; LEME, P. R.; Protein metabolism, feed energy partitioning, behavior patterns and plasma cortisol in Nellore steers with high and low residual feed intake. **Revista brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 1, Viçosa, 2013.
- GOMES, R,C.; SANTANA, M. H. A.; FERRAZ, J. B. S.; LEME, P. R.; SILVA S. L. **Ingestão de alimento e eficiência alimentar de bovinos de corte**: Metodologia de avaliação e intalações para viabilizar a colheita de dados na fase pós-desmama. Ribeirão Preto, São Paulo. Editora FUNPEC 2011.

GUIMARÃES, A.L.; MERCADANTE, M.E.Z.; CANESIN, R.C.; BRANCO, R.H.; LIMA, M.L.P.; CYRILLO, J.N.S.G. Phenotypic association between feed efficiency and feeding behavior, growth and carcass traits in Senepol cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, p. 47-55, 2017.

GRION, A.L., MERCADANTE, M.E.Z., CYRILLO, J.N.S.G., BONILHA, S.F.M., MAGNANI, E., BRANCO, R.H. Selection for feed efficiency traits and correlated genetic responses in feed intake and weight gain of Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v.92, p.955–965, 2014.

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, supplement 1, p. 9-17, 2003.

HERD, R.M.; ARTHUR, P.F. Physiology basis for residual feed intake. **Journal of Animal Science**, v.87 Supplement 2, p. 64-71, 2008.

HERD, R.M.; ARTHUR, P.F. The Molecular Basis for Feed Efficiency: Physiological basis for residual feed intake. **Journal of Animal Science**, p. E64-E71, 2009.

HILL, R.A.; HERD, R.M. Variation in the endocrine system that might influence feed efficiency. In: FEED EFFICIENCY IN BEEF CATTLE. PROCEEDINGS OF THE FEED EFFICIENCY WORKSHOP, 2003, Armidale. **Proceedings...** Armidale University Of New England, p.51-54, 2003.

LANA, D.P & ALMEIDA, R. Residual feed intake: Um novo critério de seleção? Anais V Simposio da sociedade brasileira de melhoramento animal. Pirassununga, São Paulo- 8 e 9 de julho de 2004.

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

KNOTT, S. A.; CUMMINS, L.J.; DUNSHEA, F. R., LEURY, B. J The use of different models for the estimation of residual feed intake (RFI) as a measure of feed efficiency in meat sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 143, p. 242-255, 2008.

KOCH, R. M.; SWIGER, L. A.; CHAMBERS, D.J.; GREGORY, K. E. Efficiency of feed use in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 22, n. 2, p. 486-494, 1963.

MAGGIONI, D.; MARQUES, J. A.; ROTTA, P. P.; ZAWADZKI, F. ; ITOL, R. H.; PRADO, I. N. Ingestão de alimentos (Feed intake). **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 30, n. 4, p. 963- 974, out./dez. 2009.

MAGNANI, E.; NASCIMENTO, C. F.; BRANCO, R. H.; BONILHA, S. F. M.; RIBEIRO, E. G.; MERCADANTE, M. E. Z. Relações entre consumo alimentar residual, comportamento ingestivo e digestibilidade em novilhas Nelore. **Boletim de Indústria animal**, Nova Odessa, v. 70, n. 2, p.187-194, 2013.

MAO, F. CHEN, L. VINSKY, M. OKINE. E. WANG, Z. BASARAB. J. CREWS Jr., D. H. LIC. And. Phenotypic and genetic relationships feed intake efficiency with growth performance, ultrasound, and carcass merit traits in angus and charolais steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 5, p. 2067-2076, 2013.

MOORE, K. L.; JOHNSTON, D. J.; GRASER, H. U.; HERD, R. Genetic and phenotypic relationships between insulin-like growth factor-I (IGF-I) and net feed

intake, fat, and growth traits in Angus beef cattle. **Crop and Pasture Science**, Clayton South, v. 56, n. 3, p. 211-218, 2005.

NASCIMENTO, M.L.; SOUSA, A. R. D. L.; CHAVES, A.S.; CESAR, A.S.M.; TULLIO, R. R.; MEDEIROS, S. R.; MOURÃO, G.B.; ROSA, A.N.; FEIJÓ G. L. D.; ALENCAR, M. M.; LANNA, D. P.D. Feed efficiency indexes and their relationships with carcass, non-carcass and meat quality traits in Nellore steers. *Meat Science*, v.116, p.78-85, 2016.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6 ed Washington: National Academic Press, p. 1984.90; 2007.

NKRUMAH, J.D.; OKINE, E.K.; MATHISON, G.W.; SCHMID, K.; LI, C.; BASARAB, J. A.; PRICE, M. A.; WANG, Z. and MOORE, S.S. Relationships of feed efficiency, performance, and feeding behavior with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.84 p. 145-153, 2006.

NKRUMAH, J. D.; BASARAB, J. A.; WANG, Z.; LI, C.; PRICE, M. A.; OKINE, E. K.; MOORE, S. S. Genetic and phenotypic relationships of feed intake and measures of efficiency with growth and carcass merit of beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 10, p. 2711-2720, 2007.

ONUBR, 2013. Organizações das nações unidas do Brasil. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-atingir-96-bilhoes-em-2050-diz-novo-relatorio-da-onu/> . Acesso em: 08 de agosto de 2017.

PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. 6. ed. Belo Horizonte. Editora: FEPMVZ, 758 p, 2012.

RICHARDSON, E.C.; HERD, R.M. Biological basis for variation in residual feed intake in beef cattle. 2 Synthesis of results following divergent selection. **Australian journal of Experimental Agriculture**, v. 44, p. 431-440, 2004.

RICO-DELGADO, R. M.D; GUTIERREZ H.B.; PEREZ, E.D.V.; MURO, A.R.; DIAZ, L.H.G., BABUELOS, R.V.; GUTIERREZ, F.J.P.; MEDINA, C.A.F.; et al. Relationship of Residual Feed Intake on Specific Hematological and Biochemical Parameters in Rambouillet Sheep. **Agricultural Journal**, v.6, p. 87-91, 2011.

RODRIGUEZ, N.M; Campo, W.E.; Lachica, M.L.; Borges, I.; Gonçalves, L.C.; BORGES, A.L.C.C. and SALIBA, E.O.S. A calorimetry system for metabolism trials. **Arquivo Brasileiro medicina veterinária e Zootecnia**, v.59, p.495-500, 2007.

ROLFE, K.M.; SNELLING, W.M.; NIELSEN, M.K.; FREETLY, H.C.; FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Genetic and phenotypic parameter estimates for feed intake and other traits in growing beef cattle, and opportunities for selection. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 3452-3459, 2011.

SANTANA, M. H. A.; ROSSIR Jr, P.; ALMEIDA, R.; CUCCO, D. C. Feed efficiency and its correlations with carcass trait measured by ultrasound in Nellore bulls. **Livestock Science**, Issues 1-3, v. 145, p. 252-257, 2012.

SANTANA, M. H. A.; ROSSI Jr, P.; ALMEIDA, R.; CUCCO, D. C. Genetic parameter estimates for feed efficiency and dry matter intake and their association with growth and carcass traits in Nellore cattle. **Livestock Science**, Foulum, v. 167, p. 80-85, 2014.

VAN SOEST, P.J. Intake. IN: **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed., Cornell University Press, 199