



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

ANTONIA LARIELE RODRIGUES BARBOSA

CONSUMO VOLUNTÁRIO EM RUMINANTES

FORTALEZA

2025

ANTONIA LARIELE RODRIGUES BARBOSA

CONSUMO VOLUNTÁRIO EM RUMINANTES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Profa. Dra. Elzânia Sales Pereira

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B195c Barbosa, Antonia Lariele Rodrigues.
 Consumo voluntário em ruminantes / Antonia Lariele Rodrigues Barbosa. – 2025.
 29 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Zootecnia, Fortaleza, 2025.
Orientação: Profa. Dra. Elzânia Sales Pereira.

1. Consumo voluntário. 2. Ruminantes. 3. Modelos. I. Título.

CDD 636.08

ANTONIA LARIELE RODRIGUES BARBOSA

CONSUMO VOLUNTÁRIO EM RUMINANTES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Zootecnia do Centro de
Ciências Agrárias da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de Bacharel em Zootecnia

Aprovada em: 06/03/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Elzânia Sales Pereira (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Aderson Martins Viana Neto
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr^a. Evandra da Silva Justino
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus, aos meus pais,
Conceição e Genésio, e à
minha tia, Raimunda Nonata.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade de realizar minha graduação.

À Professora Elzânia Sales Pereira, pela orientação e por todos os ensinamentos durante meu período no setor de digestibilidade, que contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional.

Às integrantes da banca examinadora, Andrea Pereira e Evandra Justino, pela disponibilidade, pelas sugestões e pela colaboração neste trabalho.

Aos professores do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, pelos ensinamentos e pelo incentivo ao longo de toda a graduação.

À coordenação do curso de Zootecnia, representada pelo coordenador Luciano Pinheiro, e ao secretário José Clécio, pelo apoio e auxílio.

Aos meus pais, Maria da Conceição e Genésio Gonçalves, por todo apoio, carinho, amor e compreensão. Obrigada por sonharem comigo e por não medirem esforços para tornar esse sonho realidade.

À minha querida tia Raimunda Nonata, por me acolher em sua casa e me tratar como filha ao longo desses anos de jornada. Obrigada por todos os conselhos e momentos descontraídos; foram cinco anos maravilhosos. Sem a senhora, nada disso seria possível.

A toda a minha família, em especial à minha irmã Lorena, por todo o apoio, pelos conselhos e por me lembrar quem sou e para onde quero ir. Obrigada por me ouvir e por estar sempre presente em minha vida.

Aos vários amigos que a Zootecnia me proporcionou e que sempre me ajudaram. Aos meus queridos amigos Arthur Cunha, Roberta Amorim, Jorge Luiz, Karine Maranhão, Marília Celeste e Antônio Rafaela, obrigada por todo o apoio e carinho, pelas risadas e pelos bons momentos vividos. Vocês tornaram meus dias mais leves e felizes.

“Na verdade, nada existe que seja tão árduo e difícil que não se torne, com a ajuda divina, bem simples e fácil.”

(Santo Agostinho de Hipona)

RESUMO

O consumo voluntário é a quantidade de alimento que um ruminante ingere espontaneamente, sem imposição. Esse consumo é influenciado por fatores como peso do animal, estágio produtivo, qualidade da forragem, temperatura ambiente e taxas de passagem do alimento pelo trato digestivo. Quanto maior a digestibilidade e a palatabilidade da dieta, maior tendência a ser o consumo. O equilíbrio entre fibra e concentrado também é essencial para manter a saúde ruminal e melhorar a eficiência. A estimativa do consumo em ruminantes é extremamente relevante e desafiadora, devido às interações entre o animal e a alimentação, tendo poucos dados disponíveis para embasar o uso de formulas. Quando os animais são alimentados com forragens de baixa qualidade, a ingestão pode ser prevista com maior precisão por meio de fatores que determinam a limitação física do consumo e do peso corporal. Em dietas de melhor qualidade, a ingestão pode ser estimada com base em fatores que expressam a demanda fisiológicas do animal. Maximizar a ingestão de alimentos pelo animal é um elemento fundamental no desenvolvimento de dietas e estratégias nutricionais para aprimorar a rentabilidade da produção.

Palavras-chave: consumo voluntário; ruminantes; modelos.

ABSTRACT

Voluntary consumption is the amount of food that a ruminant ingests spontaneously, without imposition. This consumption is influenced by factors such as animal weight, productive stage, forage quality, ambient temperature and food passage rates through the digestive tract. The greater the digestibility and palatability of the diet, the greater the tendency to consume. The balance between fiber and concentrate is also essential to maintain rumen health and improve efficiency. Estimating consumption in ruminants is extremely relevant and challenging, due to interactions between the animal and food, with little data available to support the use of formulas. When animals are fed low-quality forage, intake can be predicted more accurately through factors that determine physical limitation of intake and body weight. In better quality diets, intake can be estimated based on factors that express the animal's physiological demand. Maximizing animal food intake is a fundamental element in developing diets and nutritional strategies to improve production profitability.

Keywords: regulation theories; ruminants; models.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Expressão de consumo voluntário em ruminantes	16
2.2 Teorias de controle do consumo voluntário em ruminantes	17
2.2.1. Regulação Física e Fisiológica	17
2.2.2 Regulação Psicogênica.....	21
2.3 Integração Regulatória: Terminologias	23
2.4 Equações de estimativa de consumo para caprinos e ovinos	26
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

O consumo voluntário de matéria seca (CMS, kg/d) é uma variável importante que influencia o desempenho animal. Por meio dele, é possível determinar a quantidade de nutrientes ingeridos e obter estimativas da quantidade de produto animal produzido (Mertens, 1987; Van Soest, 1994).

Segundo Forbes (1995) o consumo voluntário pode ser definido como a massa ingerida por um animal ou grupo de animais durante um determinado período, desde que haja livre acesso ao alimento. Especialmente em condições de pastejo, o consumo voluntário é influenciado por diversos fatores relacionados à planta, ao animal, ao ambiente e ao manejo adotado. Além disso, depende de várias variáveis, incluindo peso vivo, nível de produção, estado fisiológico, condições ambientais, fatores sociais e de manejo, bem como o tipo e a qualidade da forragem (Mertens, 1994; Van Soest, 1994; Forbes, 1995).

O controle do consumo de alimentos, segundo Raymond (1969), é explicado por duas teorias: a da distensão e a quimiostática. Já Mertens (1994) relatou que a ingestão de matéria seca (MS) é controlada por fatores físicos, fisiológicos e psicogênicos. O mecanismo físico está relacionado à distensão do rúmen-retículo, enquanto o fisiológico é regulado pelo balanço energético ou nutricional. Por sua vez, a regulação psicogênica envolve o comportamento animal em resposta a fatores inibidores ou estimuladores presentes no alimento ou no manejo alimentar, que não estão relacionados ao valor energético do alimento nem ao efeito de enchimento.

O controle do consumo envolve estímulos de fome e saciedade, que operam por meio de diversos mecanismos neuro-humorais. Os mecanismos homeostáticos que regulam o consumo visam assegurar a manutenção do peso corporal e das reservas teciduais ao longo da vida adulta. Já os mecanismos homeorréticos ajustam o consumo para atender às exigências específicas de diferentes estágios fisiológicos, como crescimento, prenhez e lactação. O apetite, ou impulso de alimentação, é função das necessidades energéticas, determinadas pelo potencial genético ou pela condição fisiológica (Mertens, 1994).

Sob condições de alimentação *ad libitum*, o consumo voluntário é um critério essencial para diversas atividades, como a formulação de dietas para bovinos leiteiros e gado de corte, o cálculo da área necessária para pastagens em sistemas extensivos e semi-intensivos, o planejamento do cultivo de milho e sorgo para ensilagem, além do controle de estoques de alimentos (Thiago; Gill, 1990). Isso demonstra que a precisão das estimativas de consumo é de grande importância (Mertens, 1992; National Research Council, 2001).

Diante de sua relevância, justifica-se a existência e o contínuo surgimento de numerosos estudos voltados à comprovação de hipóteses sobre os mecanismos de regulação do consumo voluntário. Por essa razão, fatores como tamanho e condição corporal, raça, estado fisiológico e características da dieta são amplamente reconhecidos como determinantes do consumo voluntário. Com base nesse contexto, esta revisão tem como objetivo apresentar uma análise geral sobre o consumo voluntário em ruminantes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Expressão de consumo voluntário em ruminantes

Tradicionalmente, os pesquisadores expressam a ingestão de matéria seca (MS) como uma porcentagem do peso vivo (% PV), o que equivale a PV^{-1} . No entanto, pesquisadores europeus a expressam por unidade de tamanho metabólico (UTM), que corresponde a $PV^{0,73}$ (Brody, 1945) ou $PV^{0,75}$ (Kleiber, 1975). Dentro de uma mesma espécie, o nível de ingestão também pode ser relacionado ao peso metabólico (Forbes, 1995), porém com um expoente maior em dietas de pior qualidade.

Waldo (1970) enfatizou que o uso da UTM é mais eficaz para expressar a ingestão, pois fornece uma base adequada para representar o metabolismo energético e os requerimentos de manutenção. Assim, expressar a ingestão em uma mesma base (UTM) proporciona uma medida simples da ingestão como um múltiplo da manutenção. No entanto, ao revisar os mecanismos de controle da ingestão, físico e fisiológico, verificou-se que a base de peso corporal (PV^{-1} ou $PV^{0,75}$), considerada apropriada para expressar a ingestão, pode não ser a mesma para cada um desses mecanismos.

Kleiber (1975) postulou que os animais consomem energia em proporção ao tamanho do corpo metabólico. Em contrapartida, Van Soest (1982) a partir de observações em espécies herbívoras, propôs que a ingestão é proporcional a PV^{-1} , desenvolvendo esse conceito com base na relação entre o conteúdo estomacal e o peso vivo. Demment e Van Soest (1985) analisaram dados do conteúdo estomacal de herbívoros selvagens com pesos variando de 10^{-2} a 10^4 kg e observaram que o conteúdo estomacal estava relacionado ao PV com um expoente de 1,032, o qual não diferiu significativamente de 1,0.

Dessa forma, Van Soest (1982) concluiu que a ingestão poderia ser relacionada à mesma função do PV que determina o conteúdo estomacal, implicando que os animais limitam sua ingestão em função da capacidade de enchimento gástrico. Essa conclusão difere da de Kleiber (1975) que assumiu que a ingestão poderia ser relacionada ao peso metabólico, uma vez que os requerimentos energéticos estão associados a essa mesma base, especialmente em animais alimentados com dietas ricas em energia.

A relação aceita entre a ingestão e o peso vivo pode não ser a mesma para um grupo de animais em crescimento e engorda. Segundo Forbes (1995) a predição da ingestão em função do conteúdo de energia líquida da dieta mostrou que a ingestão por unidade de tamanho metabólico permanece estável até aproximadamente 350 kg de peso vivo, mas diminui acima desse valor. Quando a ingestão de bovinos em crescimento é plotada contra seu peso metabólico

($PV^{0,73}$), observa-se um declínio à medida que o peso aumenta. Nesse contexto, o peso está relacionado a um expoente menor, sendo aproximadamente 0,6 para animais em crescimento (Forbes, 1995). Esse valor pode variar entre raças e condições de manejo.

Rogerson *et al.*, (1968) trabalhando com animais Hereford alimentados com dieta peletizada, encontraram um expoente de 0,50. Beranger e Mincol (1980), utilizando uma dieta à base de silagem e concentrado, encontraram um valor de 0,6. Karue *et al.* (1973) ao avaliar nove dietas com diferentes concentrações energéticas em bovinos Zebu em crescimento, obtiveram um expoente médio de 0,79. No entanto, ao analisar dietas individuais com 71%, 61% e 54% de fibra em detergente neutro (FDN), encontraram expoentes de 0,87, 0,69 e 0,56, respectivamente. Os autores sugeriram que, quando os animais são submetidos a dietas de baixa qualidade, a ingestão é predita com maior precisão por fatores que descrevem o limite físico da ingestão, como digestibilidade da dieta, excreção fecal (indicador da capacidade física) e peso vivo. Entretanto, para dietas de melhor qualidade, a ingestão tende a ser melhor predita por fatores metabólicos, como a demanda fisiológica do animal.

Segundo Mertens, (1994) não existe uma única base de peso vivo que possa ser aplicada a uma ampla variação de qualidades dietéticas para eliminar as variações no peso animal, pois os sistemas de controle físico e fisiológico da ingestão não são influenciados da mesma forma pelo peso vivo. Para dietas ricas em energia, as variações na ingestão entre animais podem ser minimizadas ao expressá-la em termos de unidade de tamanho metabólico, uma vez que essa ingestão provavelmente é limitada pela demanda energética, geralmente associada ao tamanho do corpo metabólico. Em contrapartida, em dietas de baixa energia, o potencial de ingestão intrínseco da dieta tende a refletir mais seu efeito de repleção do que a demanda energética do animal que a consome.

2.2 Teorias de controle do consumo voluntário em ruminantes

2.2.1. Regulação Física e Fisiológica

O consumo voluntário de matéria seca (MS) pode ser limitado em ruminantes que se alimentam predominantemente de forragens, devido a um fluxo restrito de digesta ao longo do trato gastrointestinal, resultando na distensão de um ou mais segmentos do tubo digestivo e, consequentemente, na redução do consumo (Allen, 1996). Dessa forma, quando os animais consomem dietas palatáveis, porém volumosas e com baixa concentração energética, o consumo é restringido pela capacidade do trato digestivo (Balch; Campling, 1962; Mertens, 1994).

Inicialmente, hipotetizou-se que a capacidade intestinal poderia limitar o consumo, partindo do pressuposto de que existiria um limite máximo para a excreção fecal diária (Owens *et al.*, 1991). Dessa forma, a capacidade intestinal de trânsito e retenção de elementos indigestíveis atuaria diretamente sobre a quantidade total de fezes excretadas diariamente, funcionando como um fator limitante do fluxo. No entanto, diversos experimentos revisados por Mertens (1994) demonstraram que, mesmo com a infusão de elementos inertes através de cânulas no intestino, o consumo não foi inibido, ainda que houvesse um aumento significativo na excreção fecal.

Atualmente, o rúmen-retículo é amplamente aceito como o principal compartimento do trato gastrointestinal no qual o consumo é limitado por distensão em dietas de alta capacidade de enchimento, especialmente devido à presença de tensos receptores localizados primariamente no retículo e no saco cranial (Balch; Campling, 1962; Mertens, 1994; Allen, 1996). A maioria dos modelos que explicam a regulação do consumo assume o rúmen-retículo como o principal compartimento de regulação, embora algumas referências na literatura também mencionem o abomaso como um possível limitador do fluxo. A capacidade do rúmen-retículo é considerada uma função linear do peso vivo, e variações nessa relação podem ser observadas tanto entre quanto dentro das espécies, sendo mais evidentes quando correlacionadas ao estado fisiológico do animal (Allen, 1996).

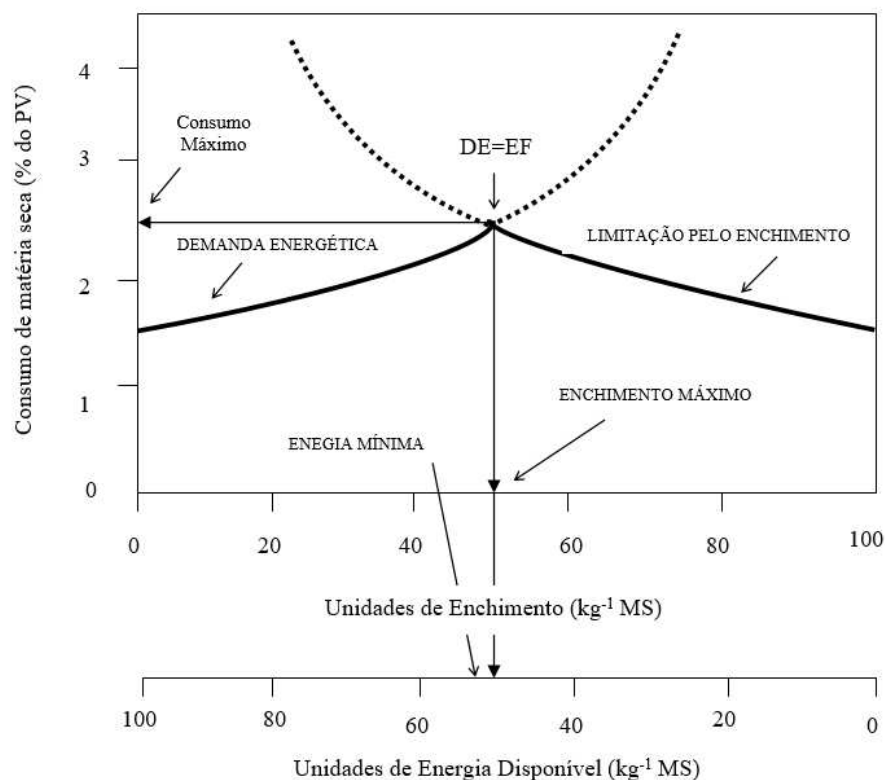
Considerando que o consumo voluntário resulta tanto das características do animal quanto das propriedades intrínsecas do alimento e das condições de manejo alimentar (Mertens, 1994), seria incoerente concluir sobre o enchimento do trato digestivo com base apenas na capacidade rúmen-reticular. Balcher e Campling (1962) relataram que o consumo varia inversamente com a capacidade de enchimento das forrageiras. Dulphy e Demarquilly (1994) afirmam que, para cada tipo de forragem, existe um valor característico de enchimento que determina a capacidade de consumo em função da categoria animal. Mertens (1994) introduziu o conceito de *“fill”* (enchimento), que se refere ao estímulo fisiológico responsável pelo controle físico da ingestão. Esse conceito deve ser utilizado nas discussões sobre regulação do consumo apenas quando este é limitado por distensão e deve ser medido principalmente quando o rúmen está completamente cheio, como após o término de uma refeição.

A fração fibrosa dos alimentos, geralmente quantificada pelo teor de fibra em detergente neutro (FDN), tem sido associada ao enchimento ruminal (Dado; Allen, 1995). Van Soest (1994) destaca que a correlação entre FDN e enchimento ruminal ocorre devido ao grande volume ocupado pela fração de parede celular das forragens, que apresenta baixa densidade e lenta degradação em comparação ao conteúdo celular. No entanto, Allen (1996)

argumenta que avaliar o efeito de enchimento de uma forrageira apenas pelo teor de FDN é inadequado, pois esse efeito varia conforme o tamanho inicial das partículas, sua fragilidade e a taxa e extensão da degradação da FDN. Vieira (1997) sugere que uma melhor correlação seria obtida ao relacionar a repleção ruminal com o consumo de resíduos indigeríveis da FDN (FDNi), dada sua maior contribuição para o efeito de enchimento e seu longo tempo de retenção ruminal. Esses resíduos ocupam espaços que poderiam ser preenchidos por materiais digeríveis e potencialmente degradáveis, que teriam menor tempo de retenção e contribuiriam para a demanda energética do animal, reduzindo o efeito de repleção e permitindo uma nova ingestão de alimentos mais rapidamente.

A figura 1 ilustra a regulação do consumo baseada em equações algébricas que descrevem o consumo esperado quando ele é limitado pela demanda fisiológica de energia ou pelo enchimento físico do rúmen. O consumo máximo seria obtido na interseção das duas teorias de regulação do consumo e define a dieta que teria o enchimento ruminal máximo e a concentração energética mínima que atenderiam aos requisitos energéticos do animal.

Figura 1 – Regulação do consumo pela demanda fisiológica de energia e pelo enchimento físico do rúmen.



Fonte: Mertens (1994).

DE= Demanda energética ; EF= Enchimento Físico

O limite superior de consumo (ou consumo máximo) ocorre quando a ração possui a densidade mínima de energia e nutrientes necessária para atender às exigências do animal. Em geral, a maximização do consumo resulta em um maior percentual de volumosos na dieta, pois esses apresentam menor densidade energética em comparação aos concentrados (Mertens, 1992). Esse limite superior de consumo é determinado por uma combinação entre a demanda energética do animal e sua capacidade física de ingestão, ambos geralmente proporcionais ao tamanho do animal (CSIRO, 1990).

Quando os animais recebem rações palatáveis, com baixo efeito de enchimento (“*fill*”) e alta digestibilidade, o consumo passa a ser regulado pela demanda energética do animal (Mertens, 1994). Muitas forragens altamente digestíveis podem ser ingeridas em quantidades inferiores às previstas pela teoria do controle físico. Nesses casos, o consumo é mais provavelmente determinado por limitações metabólicas, associadas à capacidade do animal de utilizar os nutrientes absorvidos (Illius; Jessop, 1996).

O mecanismo de regulação fisiológica pode ser compreendido a partir da relação entre o consumo de matéria seca e a concentração energética da dieta, de modo que, quando a densidade energética da dieta se iguala à demanda do animal, o consumo é interrompido antes de atingir os valores previstos pelas equações baseadas no “*fill*” da ração. Dessa forma, o consumo cessa e as demandas relativas ao potencial de desempenho ou ao estado fisiológico do animal são atendidas (Mertens, 1994).

Forbes (1993), concluiu que os ruminantes, de modo geral, são capazes de regular seu consumo energético de forma semelhante aos animais monogástricos, desde que a densidade de nutrientes da dieta seja suficientemente alta para evitar restrições físicas. Segundo Mertens (1994), esse mecanismo de regulação do consumo pode ser descrito, assim como o modelo físico, por uma equação algébrica simples, cujo rearranjo permite estimar tanto a concentração de energia quanto o consumo necessário para suprir um determinado requerimento nutricional ou potencial de desempenho do animal.

De acordo com Forbes (1996) as concentrações e os fluxos de nutrientes e energia, incluindo os ácidos graxos voláteis produzidos pela fermentação ruminal, estão envolvidos no controle do consumo de alimentos. Anil *et al.*, (1993), ao revisar diversos estudos, relataram que vários metabólitos parecem estar envolvidos no controle do consumo, atuando em sítios específicos: o acetato no rúmen, o lactato no duodeno e o propionato no fígado. Da mesma forma, o NRC (1987), afirma que o acetato e o propionato exercem funções específicas na regulação do consumo, sendo o efeito do acetato mais pronunciado no rúmen e o do propionato no fígado. A tabela 1 demonstra o sumário de um experimento (Anil *et al.*, 1993) onde foram

analisados os efeitos sobre os consumos de matéria seca de vacas em lactação recebendo acetato ou propionato intraruminalmente.

Tabela 1 – Consumo de matéria seca (CMS) em vacas em lactação alimentadas com feno e submetidas a infusões ruminais de acetato de sódio ou propionato de sódio em doses crescentes, administradas ao longo de três horas após o início da refeição.

<i>Acetato de sódio (mol/3h)</i>							
	0	1,8	3,6	5,5	7,3	9,2	11,0
CMS(kg)	2,63 ^{ab}	2,99 ^a	2,54 ^{abc}	2,54 ^{abc}	1,99 ^{cd}	1,90 ^d	2,08 ^{bcd}
<i>Propionato de sódio (mol/3h)</i>							
	0	2	4	6	8		
CMS(kg)	2,7	2,2	2,2	-	-		
CMS(kg)	1,7	-	-	1,0	1,5		

Fonte: Anil *et al* (1993).

O CMS corresponde à quantidade ingerida durante as três horas de infusão. Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem entre si ($P > 0,05$).

Os valores observados demonstram que o acetato exerceu um efeito negativo sobre o consumo de matéria seca (MS) dos animais, de forma linear com o aumento da quantidade infundida. No entanto, o mesmo efeito não foi observado com o propionato, o que reforça a ideia da existência de receptores específicos no rúmen. Os autores, entretanto, levantam a hipótese de que parte da depressão no consumo, considerando que a queda observada em testes de médias só ocorreu em níveis superiores aos fisiologicamente observados, poderia ser atribuída ao aumento da osmolaridade ruminal devido ao uso de sais de sódio. Porém, ao analisarem os dados por meio de análise de regressão, obtiveram significância, o que os levou a concluir que, mesmo em níveis baixos, houve um efeito depressivo real no consumo, embora pequeno, também para o propionato. Com base nessas observações, os autores concluem que nenhum desses fatores pode ser considerado isoladamente no controle do consumo.

2.2.2 Regulação Psicogênica

Mertens (1996) definiu que o consumo é uma atividade consciente, e, portanto, é racional concluir que outras atividades conscientes podem interagir e afetar o comportamento alimentar. Em humanos e outras espécies animais, fatores como o sabor, o odor, a textura e a aparência visual de um alimento podem influenciar seu consumo. Além disso, o status emocional, as interações sociais e o aprendizado também podem modificar a intensidade do

consumo de um alimento esses mesmos fatores, ou similares, afetam o consumo em ruminantes, sugerindo que devem ser agrupados como moduladores ou modificadores psicogênicos do consumo. Nesse contexto, a regulação psicogênica do consumo envolve respostas comportamentais dos animais a fatores inibidores ou estimuladores relacionados ao alimento ou ao ambiente de alimentação que não estão diretamente ligados à energia ou ao “fill” da dieta.

Entre as características do alimento, o fator de maior impacto na regulação psicogênica parece ser a palatabilidade e de acordo com Mertens (1996), a palatabilidade é definida como a característica dos alimentos associada à aceitabilidade gustatória, olfatória e visual pelos animais. No entanto, Forbes (1995) afirma que há muitas controvérsias sobre sua real influência no controle do consumo voluntário. Elementos sensoriais do olfato e do paladar podem influenciar a seleção e o consumo de vários alimentos em diversas espécies. Segundo o NRC (1987), os estímulos olfatórios podem influenciar o início de uma refeição, e, de forma geral, o sabor de um alimento pode aumentar seu consumo. Baumont *et al.*, (1989) observaram que a duração e a taxa de alimentação, baseadas em forragens, eram influenciadas pelo comportamento e pela palatabilidade da dieta.

Forbes (1995) explica que a seleção alimentar pode ser eufágica, implicando um critério nutricional, ou hedifágica, quando ocorre pela preferência pelo sabor. Em muitos casos, alguns alimentos, embora apresentem boa aparência ou sabor, podem ser nutricionalmente inadequados ou até tóxicos. Isso leva à conclusão de que o animal não pode confiar apenas em seus instintos neonatais para determinar a melhor escolha alimentar. Assim, ele deve ter contato com uma grande variedade de alimentos para aprender quais são nutricionalmente benéficos e quais são nocivos, formando um caráter de preferência ou aversão alimentar. Isso destaca o aprendizado como um modulador psicogênico importante no controle do consumo. Provenza *et al.* (1992) afirmam que, ao fornecer alimentos com diferentes níveis de toxinas a ruminantes, o consumo variou de forma a manter uma ingestão relativamente constante de toxinas.

O modulador aprendizagem está intimamente relacionado e altamente influenciado pelas inter-relações sociais entre os indivíduos de um mesmo grupo. Animais com experiência prévia consomem um alimento específico e o aceitam mais rapidamente do que animais inexperientes (Bowm; Sowell, 1997). Além disso, o estímulo visual ou auditivo de um indivíduo do grupo se alimentando pode incitar outros membros do grupo a se alimentar (Forbes, 1995). Konggard e Kronhn (1978) examinaram o efeito sobre o consumo de MS de primíparas manejadas, ou não, junto a vacas pluríparas. Em três rebanhos, o manejo conjunto apresentou maior tempo de alimentação (263 vs. 240 min/dia) e maior número de períodos de alimentação (6,7 vs. 5,3 períodos/dia). Em um dos rebanhos, onde o consumo de silagem foi mensurado,

também foram observadas vantagens quanto ao manejo conjunto (9,3 vs. 7,7 kg MS/dia). Dessa forma, o manejo conjunto evidenciou a interação tanto do fator aprendizado quanto das relações sociais.

Assim como a relação com outros animais pode ampliar o consumo de MS, pela incitação ao ato de se alimentar ou pelo aprendizado, em muitos casos, pode-se observar a presença de competição por alimento, gerando inter-relações de dominância/submissão, principalmente no manejo em comedouros (Forbes, 1995; Bowman; Sowell, 1997). Wagnon (1966) relatou que, ao suplementar vacas, o espaçamento ideal de coxo era de 91 cm/cabeça, sendo que valores inferiores ou superiores a este acentuavam as lutas e dominâncias, comprometendo o consumo uniforme de suplemento dentro do grupo.

Um interessante fenômeno psicogênico, observado principalmente nos sistemas de suplementação, denominado neofobia, é relatado por Bowman e Sowell (1997). Segundo os autores, o fenômeno é caracterizado por um período inicial de baixo consumo, seguido por um aumento da ingestão, até a estabilização do consumo, sendo mais evidente em suplementos não familiares aos animais. A modulação psicogênica do consumo pode ser interpretada de modo a mostrar que o consumo potencial esperado ou predito, baseado nos mecanismos fisiológicos ou físicos, seja influenciado por algum fator proporcional (Mertens, 1994). Dessa forma, esse mecanismo de modulação do consumo pode ser descrito por uma simples equação algébrica, que pode ser rearranjada para mensurar o efeito psicogênico.

2.3 Integração Regulatória: Terminologias

Em ruminantes, todos os estímulos relacionados à regulação do consumo, tanto os mecanismos previamente mencionados, quanto o complexo fisiológico e endócrino responsável pela transmissão dos estímulos de fome e saciedade, podem ser agrupados de forma independente, mas com fortes interações que definem e qualificam os feedbacks do controle. Segundo Dulphy e Demarquilly (1994) esses mecanismos podem ser integrados em dois grandes grupos: regulação de longa duração e regulação de curta duração.

A regulação de longa duração refere-se à média diária de consumo ao longo de certos períodos, durante os quais os requisitos de nutrientes para manutenção e produção permanecem estáveis (Baumgardt, 1970). Ela envolve mecanismos que controlam o consumo médio diário em períodos extensos (semanas, meses e anos), durante os quais o equilíbrio do peso vivo é alcançado e mantido. O consumo pode ser controlado homeostaticamente para

manter um equilíbrio fisiológico de longa duração, onde o consumo estaria coordenado com o controle do metabolismo para apoiar as mudanças no consumo associadas ao estado fisiológico, como gestação ou lactação (Mertens, 1994).

De acordo com Mertens (1996) o apetite é entendido como a tendência de longa duração para comer, refletindo o uso comum do termo quando indicamos que um animal ou pessoa tem "bom apetite". Variações no tamanho corporal e estratégias fisiológicas para sobrevivência e reprodução, entre indivíduos ou espécies, indicam que um animal é geneticamente programado para um nível específico de status energético corporal. Isso leva à conclusão da importância da regulação de longa duração (LTR) sobre o controle do consumo, especialmente em estados homeorréticos, como em animais em crescimento, os quais têm como objetivo o status energético alcançado na maturidade.

A homeostase corporal é definida ou limitada pelo potencial genético. Os mecanismos homeostáticos de um animal operam para manter um estado ótimo para a sobrevivência, sendo o requerimento energético de manutenção o custo energético associado a esse estado homeostático. Os quatro principais fatores que tendem a modificar o equilíbrio homeostático de longa duração do animal durante sua vida são: idade (crescimento e senescência), estação do ano, reprodução e lactação. Como esses eventos ocorrem durante períodos de semanas, meses ou anos, a função diretoria do apetite deve refletir mudanças coordenadas nos sistemas neural, hormonal e fisiológico, que influenciam o status energético corporal desejado para cada situação e estado fisiológico. A ação coordenada resulta em um modelo determinado de crescimento esquelético, muscular, e de tecidos digestivos e metabolicamente ativos (Mertens, 1985). Assim, tanto homeorreticamente quanto homeostaticamente, o consumo é determinado, em termos médios, pela LTR, para alcançar ou manter o status energético desejado.

Um exemplo típico da ação homeorrética de longa duração, correlacionando o controle do consumo e o direcionamento do status energético do animal, pode ser observado em casos nos quais se submete o animal a um período de restrição alimentar e, posteriormente, se o retorna a condições normais de alimentação. O animal demonstrará um estímulo adicional ao consumo, compensando o período de restrição e retomando o crescimento normal, posteriormente nivelando novamente o consumo aos níveis preestabelecidos pela LTR, resultando em um ganho compensatório.

O conceito inicial de curta duração refere-se aos eventos dentro de um dia que afetam a frequência, o tamanho e o modo das refeições, sendo relacionados a estímulos químicos, endócrinos e nervosos que desencadeiam sinais de fome ou saciedade (Mertens,

1987). O mesmo sugeriu que os mecanismos que controlam o consumo em períodos inferiores aos determinados pela LTR sejam classificados não apenas como regulação de curta duração (dentro de um dia), mas também como regulação de duração intermediária (ITR), que estaria relacionada a variações observadas em intervalos de poucos dias.

Inacurácias na regulação do consumo em um dia são compensadas por ajustes nos dias seguintes, de forma que o animal alcance um status corporal desejado em longos períodos (semanas, meses ou anos). Isso sugere que a curta duração e a duração intermediária resultem em comportamentos oscilantes que se autocorrigem, considerando um valor central que representa a demanda energética de longa duração, associada à regulação homeostática ou homeorrética do status energético animal. O consumo diário parece flutuar em relação à média estabelecida pela LTR (homeorrética ou homeostaticamente), podendo haver dias com menor consumo, que são compensados por dias subsequentes com consumo compensatório. Os estímulos que ajustam o consumo diário a partir de desvios em dias anteriores (ITR), tendo como base a média ditada pela LTR, podem surgir de desequilíbrios nos nutrientes absorvidos, que estão associados à regulação metabólica do consumo ou às características físicas da dieta fornecida (Mertens, 1996).

A STR, relacionada ao comportamento de alimentação, é a principal variável nos mecanismos de controle do consumo, refletindo a sensibilidade do animal a estímulos externos e à parte inicial do tubo digestivo, que inibem ou estimulam o início e o término de cada refeição. Na STR, o mecanismo básico é predominantemente mecânico e envolve os receptores de distensão do rúmen-retículo. Durante uma refeição, especialmente a primeira do dia, o rúmen se enche até sua capacidade máxima, o que determina o término da alimentação. O consumo diário, então, é determinado pela taxa de digestão do material digestível e pela taxa de trânsito do material indigestível. Assim, com a redução do volume ocupado no rúmen, o animal pode voltar a se alimentar e, de certa forma, controla com precisão os períodos de alimentação e ruminação. Além da distensão ruminal, podem ser incluídos nesse nível todos os possíveis moduladores psicogênicos do consumo (Dulphy; Demarquilly, 1994; Mertens, 1994).

2.4 Equações de estimativa de consumo para caprinos e ovinos

A estimativa do consumo de matéria seca (CMS) é fundamental para prever o ganho médio diário dos animais, otimizar o desempenho e evitar gastos desnecessários com alimentação. Além disso, a quantidade de nutrientes necessária para atender às exigências nutricionais de manutenção e produção de pequenos ruminantes depende da ingestão de matéria seca do animal (NRC, 2000; Vieira *et al.*, 2013). Dessa forma, limitações no consumo podem impedir que essas exigências sejam supridas (Azevêdo *et al.*, 2010).

Existem diversas formas de estimar o CMS de ovinos. O sistema britânico AFRC (1993), por exemplo, estima a ingestão de matéria seca de cordeiros em crescimento com base na metabolizabilidade da dieta (qm), definida como a proporção de energia metabolizável (EM) presente na energia bruta (EB) da dieta. Assim, o AFRC propõe três equações para a predição do CMS de cordeiros em crescimento:

1. A equação 1 é indicada para dietas grosseiras, baseadas em forragens longas ou picadas.
2. A equação 2 é recomendada para dietas finas, compostas por concentrados ou forragens moídas e peletizadas.
3. A equação 3 é utilizada para cordeiros alimentados exclusivamente com silagem.

$$CMS = (104,7 \times qm + 0,307 \times PC - 15,0) \times PC^{0,75} / 1000 \quad (\text{eq. 1})$$

$$CMS = (150,3 - 78 \times qm - 0,408 \times PC) \times PC^{0,75} / 1000 \quad (\text{eq. 2})$$

$$CMS = 0,046 \times PC^{0,75} \quad (\text{eq. 3})$$

onde CMS = consumo de matéria seca (kg/dia); qm = metabolizabilidade da dieta; PC = peso corporal (kg).

De acordo com Valadares Filho *et al.*, (2006) um modelo adequado para a predição do consumo deve considerar, além do peso corporal, o ganho médio diário. No entanto, tanto o sistema britânico quanto o americano NRC (2007), que adota a equação de predição de consumo preconizada pelo sistema australiano CSIRO (1990), não incluem o ganho de peso em suas equações.

Dessa forma, o NRC propõe a Equação 4 para a predição do CMS de ovinos:

$$CMS = 0,04 \times PRP \times TR \times (1,7 - TR) \quad (\text{eq. 4})$$

onde CMS = consumo de matéria seca (kg/dia); PRP = peso referência padrão (kg), o qual corresponde ao peso corporal de um animal seco e não gestante, cujo escore corporal é 3 na escala (1-5) e que alcançou tamanho esquelético completo; TR = tamanho relativo, o qual equivale a razão entre o peso normal de um animal imaturo para uma dada idade e o seu peso a maturidade (PRP). Por exemplo, um animal imaturo com peso corporal de 45 kg e peso à maturidade esperado de 75 kg terá um tamanho relativo de 0,60. Vale ressaltar que, o valor do tamanho relativo não poderá exceder a 1,0.

Contudo, essa equação para predição de consumo adotada pelo NRC é válida somente para dietas cuja digestibilidade da matéria seca é superior a 80%. Assim, para dietas com digestibilidades menores, o consumo deverá ser corrigido a partir da equação 5:

$$FCdig = 1 - 1,7 \times (0,8 - Dig) \quad (\text{eq. 5})$$

onde FCdig = fator de correção para digestibilidade; Dig = digestibilidade da dieta.

O sistema CNCPS-S, conforme descrito por Cannas et al. (2004), adota as equações desenvolvidas por Pulina et al. (1996) para predição do CMS de ovinos, as quais estão apresentadas logo abaixo (Equação 6, 7, 8, 9, 10):

$$CMS = -0,124 + 0,0711 \times PC^{0,75} + 0,0015 \times VPC \quad (\text{eq. 6})$$

$$VPC = (ELg / (0,92 \times CEGPCVZ)) \times 1000 \quad (\text{eq. 7})$$

$$CEGPCVZ = ((6,7 + R) + (20,3 - R) / (1 + \exp(-6 \times (P - 0,4)))) \times 0,239 \quad (\text{eq. 8})$$

$$R = 2 \times ((ELg / ELM) - 1) \quad (\text{eq. 9})$$

$$P = PC / PC_{\text{maturidade}} \quad (\text{eq. 10})$$

onde CMS = consumo de matéria seca (kg/dia); PC = peso corporal (kg); VPC = variação no peso corporal (g/dia); ELg = exigência de energia líquida para ganho de peso (Mcal/dia); CEGPCVZ = conteúdo de energia no ganho de peso de corpo vazio (Mcal/kg GPCVZ); R = ajuste para taxa de ganho ou perda quando o consumo de energia metabolizável é conhecido e o ganho ou perda deve ser predito; P = índice de maturidade; ELM = exigência de energia líquida para manutenção (Mcal/dia).

De acordo com o CSIRO (2007) o consumo potencial de alimentos, definido como a quantidade de alimento ingerida pelo animal quando este é fornecido de forma abundante, com pelo menos 80% de digestibilidade da matéria seca (MS) ou 2,63 Mcal de energia metabolizável (EM) por kg de MS, permitindo a seleção por parte do animal, é determinado

pelo tamanho corporal e pelo estado fisiológico, podendo ser reduzido por doenças e estresse térmico.

O consumo relativo, definido como a proporção do consumo potencial que o animal pode alcançar sob determinada condição alimentar, depende da qualidade da dieta e, no caso de animais em pastejo, também da quantidade de alimento disponível. O consumo voluntário máximo de alimentos, por sua vez, resulta da interação entre a demanda energética do animal e sua capacidade física de ingestão, ambas proporcionais ao tamanho corporal. Dessa forma, o potencial de consumo é influenciado por diversos fatores. No entanto, nem todos os fatores que afetam o consumo são considerados pelos sistemas de alimentação. Cada sistema prediz a ingestão enfatizando diferentes aspectos que influenciam o potencial de consumo dos animais (Resende *et al.*, 2008). assim, as interações entre os diversos fatores que afetam o consumo, como dieta, animal, ambiente e manejo, contribuem para a falta de precisão das equações de predição do CMS (Mcmeniman; Defoor; Galyean, 2009).

De acordo com Azevedo *et al.*, (2024) os comitês internacionais desenvolveram modelos de predição do CMS em regiões de clima temperado, de modo que incorporam características e particularidades que refletem as condições locais dessas regiões. No entanto, é importante reconhecer que essas características podem apresentar diferenças em relação à realidade observada em regiões de clima tropical, como é o caso do Brasil resultado na falta de ajuste desses modelos, que tendem a subestimar ou superestimar o CMS. Assim os métodos usados para prever o CMS oferecem orientações gerais e não há uma equação universal aplicável a todas as situações de produção. Sob esse viés com o desenvolvimento de equações de modelos de predição adaptados às condições tropicais brasileiras demonstram avanços significativos para a expansão e eficiência da cadeia produtiva de ovinos.

No Brasil, diversas equações já estão disponíveis para a estimativa do consumo voluntário. Cabral *et al.* (2008) propuseram um modelo de predição do CMS para ovinos deslanados recebendo dieta com no mínimo 30% de concentrado.

$$\text{CMS (kg/dia)} = 0,311 + 0,0197 \times \text{PC} + 0,682 \times \text{GMD} \quad (\text{eq. 11})$$

onde: PC, peso corporal, em kg; GMD, ganho médio diário, em kg/dia. Posteriormente, Vieira *et al.* (2013) propuseram modelos de predição do CMS para ovinos da raça Santa Inês criados em sistema de confinamento no Brasil:

$$\text{CMS (g/dia)} = 156,17 + 28,29 \times \text{PC} + 0,87 \times \text{GMD (g/dia)} \quad (\text{eq. 12})$$

onde: PC, peso corporal, em kg; GMD, ganho médio diário, em g/dia.

Já Oliveira *et al.* (2020) propuseram modelos de predição do CMS para ovinos deslanados em terminação:

$$\text{CMS (g/dia)} = 50,5773 + 1,4423 \times \text{GMD} + 28,4406 \times \text{PC} \quad (\text{eq. 13})$$

onde: GMD, ganho médio diário, em g/dia; e PC, peso corporal, em kg.

Os modelos desenvolvidos com base nas características do clima tropical brasileiro têm contribuído para a melhoria dos índices produtivos. No entanto, é fundamental ampliar a base de dados, acompanhar as atualizações e as mudanças no comportamento animal, no manejo alimentar e nas formulações dietéticas, a fim de desenvolver modelos preditivos ainda mais precisos e acurados. Diante desse contexto, foi criada a obra BR – Caprinos & Ovinos, que em um de seus capítulos, apresenta um compilado de equações para estimativas de consumo de matéria seca (CMS), considerando diversos fatores do sistema de produção de ovinos e caprinos em confinamento. Os dados utilizados nesse capítulo foram extraídos de 60 estudos, totalizando 2.410 unidades experimentais provenientes de pesquisas conduzidas em diversas instituições brasileiras de ensino superior. Cada unidade experimental incluiu informações individuais sobre a espécie animal, classe sexual, peso corporal inicial e final, ganho médio diário e CMS. Além disso, foram coletados dados sobre a composição química da dieta, a relação volumoso:concentrado e o tipo de volumoso utilizado. A coleta de dados abrangeu diferentes estados e regiões do Brasil, garantindo uma maior representatividade dos ingredientes e dietas utilizados ou pesquisados nos rebanhos caprinos e ovinos do país (Azevedo *et al.*, 2024).

O BR – Caprinos & Ovinos sugere que o consumo de matéria seca de ovinos deslanados pode ser estimado a partir da seguinte equação:

$$\text{CMS (g/dia)} = -145,68 + 77,3709 \times \text{PC}^{0,75} + 1,3985 \times \text{GMD} \quad (r^2 = 0,81) \quad (\text{eq. 14})$$

onde: PC, em kg e GMD, em g/dia.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O consumo de alimentos pelos ruminantes pode ser regulado por diversos mecanismos, por esta razão, o tamanho, a condição corporal, a capacidade de distensão ruminal, a raça e o “status” fisiológico são características que influenciam o consumo, pois alteram os requerimentos dos animais. Assim é possível concluir que a compreensão dos fatores que influenciam o comportamento alimentar desses animais é fundamental para otimizar sua produção e bem-estar. O consumo voluntário, que está relacionado à ingestão de alimentos de acordo com as necessidades fisiológicas, físicas e psicogênicas dos ruminantes, é influenciado por uma série de variáveis, como a qualidade e a palatabilidade dos alimentos, o ambiente, e a genética dos animais. Além disso, práticas adequadas de manejo, como o fornecimento de uma dieta balanceada e a gestão de estresse, podem promover um melhor desempenho no consumo de alimentos, resultando em maior eficiência produtiva e na manutenção da saúde dos animais. Por isso, a abordagem do consumo voluntário deve ser integrada a estratégias nutricionais e ambientais, garantindo o equilíbrio entre a saúde dos ruminantes e a maximização de sua produção.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **J. Anim. Sci.**, v.74, n. 12, p.3063-3075, 1996.
- ANIL, M.H., FORBES, J.M. 1980. Feeding in sheep during intraportal infusions of short-chain fatty acids and the effect of liver denervation. **J. Physiol.**, 298:407-414.
- ANIL, M.H., MBANYA, J.N., SYMONDS, H.W. *et al.* 1993. Responses in the voluntary intake of hay or silage by lactating cows to intraruminal infusions of sodium acetate, sodium propionate or rumen distension. **Br. J. Nutr.**, 69:699-712.
- AZEVEDO, J. A. G. et al. Predição do consumo de matéria seca para caprinos e ovinos. In: PEREIRA, E. S.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; AZEVEDO, J. A. G.; SANTOS, S. A. (Eds.) **Exigências Nutricionais de Caprinos e Ovinos – BR-Caprinos & Ovinos** – São Carlos: Editora Scienza, p.35-66, 2024.
- AZEVEDO, J. A. G.; VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S.; CHIZZOTTI, M, L.; VALADARES, R. F. D. A meta-analysis of dry matter intake in Nellore- and Zebu-crossed Cattle. **R. Bras. Zootec.**, v. 39, 1801-1809, 2010.
- BALCH, C. C.; CAMPLING, R. C. Regulation of voluntary food intake in ruminants. **Nutrition Abstracts and Reviews, Bucksburn**, v.32, Series-B, p. 669-682, 1962.
- BAUMON, R. BRUN, JP. DULPHY, JP. Influence of the nature of hay on its ingestibility and the kinetics of intake during large meals in sheep and cow. **In: XVIth International Grassland Congress, Nice, France (2) (R Jarrige, ed), French Grassland Society**, 787-788, 1989.
- BAUMGARDT, B.R. Regulation of feed intake and energy balance. In: PHILIPSON, A.T. (Ed.) **Physiology of digestion and metabolism in the ruminant. Newcastle-upon-Tyne: Oriel Press**, p.235-253, 1970.
- BOWMAN, J.G.P., SOWELL, B.F. Delivery method and supplement consumption by grazing ruminants: a review. **J. Anim. Sci.**, v.75, p.543-550, 1997.
- BRODY, S. Bioenergetics and growth with special reference to the efficiency complex in domestic animals. Baltimore: **Reinhold Publishing Corporation**, 1945.
- CABRAL, L.S.; SANTOS, J.W.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Consumo e eficiência alimentar em cordeiros confinados. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, v.9, p.703-714, 2008.
- CSIRO. Feeding standards for Australian livestock. Ruminants. Melbourne: **CSIRO**, 266p, 1990.
- DADO, R.G.; ALLEN, M.S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.1, p.118-133, 1995.
- DEMMENT, M. W.; VAN SOEST, P.J. A nutritional explanation for body-size patterns of

ruminant and non ruminant herbivores. **American Naturalist, Pittsburgh**, v.25, p. 641-672, 1985.

DOVE, H. The ruminant, the rumen and the pasture resource: nutrient interactions in the grazing animal. In: HODGSON, J., ILLIUS, A.W. (Ed.) **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. 466p. p.219-246.

DULPHY, J.P., DEMARQUILY, C. The regulation and prediction of feed intake in ruminants in relation to feed characteristics. **Liv. Prod. Sci.**, v.39, p.1-12, 1994.

FORBES, J.M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Guiford: Biddles Ltd, 1995. 532p.

FORBES, J.M. Voluntary feed intake. In: FORBES, J.M., FRANCE, J. (Ed.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. CAB International, University Press, Cambridge, UK, p.479-494, 1993.

KARUE, C.N.; EVANS, J.L.; TILLMAN, A.D. Voluntary intake of dry matter by African zebu cattle. **Quality of feed and the reference base. J. Dairy Sci.** v.36, p.1181- 1185. 1973

KLEIBER, M. **The fire of life**. 2th ed. New York: Robert E. Krieger Publishing, 1975.
MCDONALD, I. **A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. Journal of Agricultural Science, Cambridge**, v. 96, 251-252, 1981.

MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of rumina function. **J. Anim. Sci.**, v.64, p.1548-1558, 1987.

MERTENS, D.R. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. In: TEIXEIRA, J.C., NEIVA, R.S. (Ed.) **Simpósio internacional de ruminantes**. SBZ, Lavras-MG. **Anais...**, Lavras, p.1-33, 1992.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C. (Ed.) **Forage Quality, Evaluation and Utilization**. University of Nebraska, USA, p.450-493, 1994.

MERTENS, D.R. Methods in modelling feeding behaviour and intake in herbivores. **Ann. Zootech.**, v.45, suppl.1, p.153-164, 1996.

McMENIMAN, J.P.; DEFOOR, P.J.; GALYEAN. Evaluation of the national research council (1996) dry matter intake prediction equations and relationships between intake and performance by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.87, p.1138-1146, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Predicting feed intake of food-producing animals. Washington, D.C.: **National Academy Press**, 1987. 85p.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Predicting feed intake of food-producing animals**. National Academic Press, Washington, DC, 1987, 85p.

NACIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. Nutrient requirements of beef cattle. **7. ed. Washington National Academy Press**, 2000.

NACIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. Nutrient requirements of beef cattle. 7.ed. **Washington National Academy Press**, 2007.

OLIVEIRA, B. C.; CAETANO, G. A.; JÚNIOR, M. B. C.; MARTINS, T. R.; CLÁUDIA OLIVEIRA, B. **Mecanismos reguladores de consumo em bovinos de corte** Vol. 14, Nº 04, jul./ago. de 2020.

OWEN, FG. LARSON, LL. Grãos secos de destilaria de milho versus farelo de soja em dietas de lactação. **J. Dairy Sci.**, 74 (3): 972-979, 1991.

PROVENZA, F.D. Role of learning in food preferences of ruminants: Greenhalgh and Reid Revisited. In: ENGELHARDT, W.v., LEONHARD-MAREK, S., BREVES, G. *et al.* Ruminant physiology: **digestion, metabolism, growth and reproduction**, 1992.

PULINA, G., BETTATI, T., SERRA, F.A. A Razi-O: costruzione e validazione di un software per l'alimentazione degli ovini da latte. In: **Atti 13. Congresso Nazionale SIPAOC**, Varese, Italy. Società Italiana di Patologia e di Allevamento degli Ovini e dei Caprini, Sassari, Italy, pp. 11-14, 1996.

RAYMOND, W.F.. **The nutritive value of forage crops**. Adv. Agr., 21:1-108, 1969.

RESENDE, K.T.; SILVA, H.G.de O.; LIMA, L.D.; TEXEIRA, I.A.M. Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 37:161-177, 2008.

REZENDE, K. T.; SILVA, H. G. O.; LIMA, L. D.; TEIXEIRA, I. A. M. A. Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. **R. Bras. Zootec.**, v.37, suplemento especial p.161-177, 2008.

ROGERSON, A. Food intake and energy utilization by cattle. **Nutr. Abst. Rev.**, 41(4):1359-1360, 1968.

THIAGO, L. R. L. S.; GILL, M. Consumo voluntário: fatores relacionados com a degradação e passagem da forragem pelo rúmen. Campo Grande: **EMBRAPA CNPGC**, 1990.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Cornell University Press, Ithaca. 2^a. ed. 1994. 476p.

VALADARES FILHO, S. C.; MIRANDA, L. F.; FERNANDES, A. M.; CABRAL, L. S. Determinação das frações protéicas e de carboidratos, e taxas de degradação in vitro da cana-de-açúcar e farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p 1887-1893, 2006.

VIEIRA, P. A. S.; PEREIRA, L. G. R.; AZEVÊDO, J. A. G.; NEVES, A. L. A.; CHIZZOTTI, M. L.; SANTOS, R. D.; ARAÚJO, G. G. L.; MISTURA, C.; CHAVES, A. V. Development of mathematical models to predict dry matter intake in feedlot Santa Ines rams. **Small Rumin. Res.**, v. 112, p. 78-84, 2013.

VIEIRA,R.A.M. Dados não publicados, 1997.

WALDO, D. R. Factors influencing the volutary intake of forages. In: **national conference on forage quality evaluation and utilization**, 1970, Lincoln: Proceeding... Lincoln: Nebraska Center for Continuing Education, 1970. p. F1-E12.

WAGNON, K.A.; LOY, R.G.; ROLLINS, W.C. and CARROLL, F.D. (19. Social dominance in a herd of Angus, Hereford and Shorthorn cows, **Animal Behaviour**, 14: 474 – 479, 1966.