

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CAMPUS DE BOTUCATU

ESTUDO META-ANALÍTICO DA FLUTUAÇÃO DA INGESTÃO DE  
MASSA SECA NO DESEMPENHO, COMPORTAMENTO INGESTIVO E  
SAÚDE RUMINAL DE BOVINOS CONFINADOS COM DIETAS DE ALTO  
CONCENTRADO

ISMAEL DE CASTRO PEREIRA

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-graduação em  
Zootecnia como parte das  
exigências para obtenção do título  
de Mestre.

BOTUCATU – SP  
Junho/2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CAMPUS DE BOTUCATU

ESTUDO META-ANALÍTICO DA FLUTUAÇÃO DA INGESTÃO DE  
MASSA SECA NO DESEMPENHO, COMPORTAMENTO INGESTIVO E  
SAÚDE RUMINAL DE BOVINOS CONFINADOS COM DIETAS DE ALTO  
CONCENTRADO

ISMAEL DE CASTRO PEREIRA  
ZOOTECNISTA

Orientador: Prof. Dr. Mário De Beni Arrigoni

Coorientadores: Prof. Dr. Danilo Domingues Millen

Dr. Gustavo Durante Cruz

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-graduação em  
Zootecnia como parte das  
exigências para obtenção do título  
de Mestre.

BOTUCATU - SP  
Junho/2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Pereira, Ismael de Castro, 1990-

P436e      Estudo meta-analítico da flutuação da ingestão de massa seca no desempenho, comportamento ingestivo e saúde ruminal de bovinos confinados com dietas de alto concentrado / Ismael de Castro Pereira. - Botucatu: [s.n.], 2016

vi, 77 f. : tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2016

Orientador: Mário De Beni Arrigoni

Coorientador: Danilo Domingues Millen; Gustavo Durante Cruz

Inclui bibliografia

1. Nelore (Zebu) - Confinamento. 2. Nelore (Zebu) - Alimentação e rações. 3. Acidose. I. Arrigoni, Mário de Beni. II. Millen, Danilo Domingues. III. Cruz, Gustavo Durante. IV. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. V. Título.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém  
ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

(Arthur Schopenhauer)

## **DEDICATÓRIA**

Gostaria de dedicar este trabalho especialmente aos meus pais, Ismael e Adriana e meus irmãos Rafael e Gabriel pelos incentivos, apoio e amor.

Aos meus avós Helio e Eli pelo apoio, força, carinho e amor.

Às minhas tias Luciana e Alessandra e ao meu padrinho José Antonio pelos incentivos, apoio, força e ajuda em todos os momentos.

À minha namorada e companheira Carolina, pela paciência, carinho, amor e dedicação.

Assim como todas as outras conquistas, divido este título com vocês, sem os quais não teria chegado até aqui.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por ter sempre me guiado e me proporcionado uma excelente estrutura familiar, com educação, limites e oportunidades para chegar, passar e concluir essa importante fase de minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Mário De Beni Arrigoni, pela confiança, amizade, ensinamentos e oportunidade de desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao Prof. Dr. Danilo Domingues Millen pela co-orientação e toda ajuda dispensada na elaboração, realização e conclusão deste projeto, além da amizade, ensinamentos e disponibilidade sempre que necessário.

Ao Dr. Gustavo Durante Cruz pela co-orientação, amizade, incentivo e todo esforço para a elaboração, realização e conclusão deste projeto, principalmente na parte estatística.

Prof<sup>ª</sup> Dra. Cyntia Ludovico Martins, pela amizade, conselhos e incentivos desde a graduação até a pós-graduação.

Ao Dr. Marco Aurélio Factori, pela amizade, incentivo e disponibilidade desde a graduação até a pós-graduação.

Aos meus pais Ismael e Adriana por terem sempre me apoiado e incentivado em minhas decisões e meus irmãos Rafael e Gabriel pelos conselhos e apoio.

As meus avós Hélio e Eli, minhas tias Luciana e Alessandra e meu padrinho José Antonio por terem sempre confiado em mim, me apoiando e incentivando a seguir com meus sonhos e objetivos.

À minha companheira, amiga e namorada Carolina, pelo carinho, amor, apoio e paciência durante esses vários anos juntos. E também a Cláudia, Karina, Camila e Rogério pela amizade e carinho.

A todos os responsáveis pelos projetos utilizados neste estudo Danilo Domingues Millen, Taenna Martins Mariani, Rodrigo Dias Lauritano Pacheco, Robson Sfaciotti Barducci, Luís Marcelo Nave Sarti, Érico Rodrigues, Fernando Salvador Parra, João Ricardo Ronchesel, Alexandre Perdigão, André Luis Coneglian Brichi, Carolina

Floret da Costa, Daniela Dutra Estevam, André Nagatani Rigueiro e Felipe Pelícia Luiz, por terem desenvolvido os projetos com muita dedicação e acurácia nas coletas de dados, assim como os funcionários do confinamento Sidney, Cido, Dinho, Claudemir, Wilson e Eduardo.

Aos amigos de equipe de pós-graduandos, Felipe Pelícia Luis, André Nagatani Rigueiro, Alexandre Perdigão, Daniela Dutra Estevam, Carolina Floret da Costa, Lucas Domingos Miranda e Gabriel Fernandes de Melo por todas as trocas de experiências e conhecimentos.

Aos amigos de graduação Mauricio (Rupiado), Bruno (Porrasek), Ítalo (Crista), Felipe (Kabresto), Rafael (Ovo), Jonas (Karrerinha) e a todos os amigos e moradores da república Alambique, companheiros de toda vida. E ao meu velho companheiro Amir pela amizade.

Aos funcionários do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal em especial Carlão e Claudemir, pela atenção, ajuda e serviços prestados.

Aos demais professores e funcionários do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, Departamento de Produção Animal e de outras repartições da UNESP que colaboraram na minha formação ao longo desses anos.

Aos funcionários da Pós Graduação Ellen, Seila e Carlos pela ajuda, colaboração e paciência durante esta etapa.

Aos Coordenadores do Programa de Pós Graduação em Zootecnia da UNESP Botucatu pela oportunidade de receber esse título.

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Campus Botucatu – SP, por ter sido meu lar durante os anos de graduação e pós-graduação, possibilitando o meu aprimoramento, tanto pessoal quanto profissional e acadêmico.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida, vigência 03/2014 a 03/2016.

Gostaria de deixar claro meu agradecimento a todos que fizeram parte e contribuíram de alguma forma na realização deste projeto.

## SUMÁRIO

|                                                                              | Página |
|------------------------------------------------------------------------------|--------|
| CAPÍTULO 1.....                                                              | 07     |
| 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....                                               | 08     |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA.....                                                | 10     |
| 2.1. ESTUDO META-ANALÍTICO.....                                              | 10     |
| 2.2. INGESTÃO DE MASSA SECA EM BOVINOS CONFINADOS.....                       | 11     |
| 2.3. DISTÚRBIOS METABÓLICOS.....                                             | 15     |
| 2.3.1. Saúde do rúmen.....                                                   | 19     |
| 2.3.2. Perfil metabólico sanguíneo.....                                      | 20     |
| 2.4. COMPORTAMENTO INGESTIVO.....                                            | 22     |
| 2.5. DESEMPENHO <i>vs.</i> FLUTUAÇÕES DIÁRIAS NA INGESTÃO DE MASSA SECA..... | 25     |
| 2.5.1. Fatores que predispõem flutuações na ingestão de massa seca.....      | 29     |
| 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                           | 32     |
| <br>CAPÍTULO 2.....                                                          | <br>41 |
| Resumo.....                                                                  | 42     |
| Abstract.....                                                                | 43     |
| Introdução.....                                                              | 44     |
| Materiais e Métodos.....                                                     | 45     |
| Resultados.....                                                              | 53     |
| Discussão.....                                                               | 66     |
| Conclusão.....                                                               | 72     |
| Referências Bibliográficas.....                                              | 72     |
| <br>CAPÍTULO 3.....                                                          | <br>76 |
| IMPLICAÇÕES.....                                                             | 77     |

## **CAPÍTULO 1**

## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Brasil é o segundo maior produtor de carne bovina no mundo. Em 2015, o volume exportado foi de 1,078 milhões de toneladas de carne *in natura*. Houve uma queda de 10% em relação às exportações de 2014, devido a embargos do mercado importador, mercados esses já reestabelecidos, gerando previsões de crescimento em 2016 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE, 2016). Para acompanhar esta evolução nas exportações e garantir produção constante de carne, é necessário intensificar o sistema de produção, com estratégias que permitam produzir mais carne em menos tempo, como é o caso do confinamento, que teve crescimento considerável no Brasil.

A terminação de bovinos de corte em confinamento cresceu nos últimos anos no cenário da pecuária brasileira. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (2016), 11% dos bovinos abatidos em 2014 foram terminados em confinamento. Este sistema de terminação é altamente eficiente e sustentável, pois proporciona maiores taxas de ganho de peso, diminuindo, portanto, a idade dos animais ao abate, além de ocupar menor área, permitindo o cultivo de outras fontes de alimento. Produzir de maneira sustentável e eficiente é muito importante nos dias atuais, já que a população mundial tende a crescer em torno de 34% até 2050, atingindo um total de 9,1 bilhões de pessoas (FAO, 2009). Conseqüentemente, a demanda por alimentos também se elevará.

Os bovinos são animais naturalmente consumidores de alimentos volumosos. Isso se deve principalmente à presença de pré-estômagos, que permitem que estes animais consumam alimentos fibrosos, que serão fermentados e convertidos em fontes de nutrientes (FURLAN et al., 2011).

Entretanto, nos dias atuais, é crescente o uso de dietas concentradas na nutrição de bovinos de corte, principalmente em confinamentos. Esta prática permite rápido ganho de peso, melhor eficiência alimentar e uniformidade de carcaça (BULLE et al., 2002).

Apesar de serem naturalmente consumidores de gramíneas, os bovinos se adaptam à dieta concentrada devido ao manejo nutricional adequado e ao fato de que o tipo de alimento provoca alterações na população de microrganismos do rúmen. Nesse

sentido, segundo Furlan et al. (2011), para a obtenção de um alto desempenho produtivo deve-se atentar para a interação entre o animal e o processo digestivo, afim de que os custos energéticos dos ajustes fisiológicos sejam mínimos.

Modificações na relação volumoso:concentrado promovem maiores ganhos em peso conforme o fornecimento de concentrado aumenta (VAN SOEST, 1994). O uso de dietas ricas em concentrado, antes utilizadas apenas na estação seca para evitar que os animais perdessem peso, aumentou consideravelmente no Brasil. Atualmente, cerca de 16% dos animais abatidos no Brasil foram alimentados com ração ou suplementos concentrados (ANUALPEC, 2016).

A transição de uma dieta com alta proporção de volumoso, como é o caso de animais em pasto, para uma com alta proporção de concentrado é um dos fatores que causa maiores impactos sobre a microbiota ruminal (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2003). Quando a mudança é feita de maneira abrupta, o desequilíbrio dos microrganismos ruminais pode causar distúrbios metabólicos e consumo irregular de ração.

Considerando que a inclusão de níveis mais altos de concentrados nas rações promove alterações no comportamento ingestivo (MISSIO et al., 2010), faz-se necessário a adoção de critérios mais rigorosos na formulação da dieta e no manejo alimentar dos animais, para evitar a ocorrência de distúrbios metabólicos e flutuações na ingestão de alimento, que podem gerar perdas no desempenho animal e principalmente na lucratividade do sistema.

A necessidade de se intensificar a produção de carne bovina tem propiciado a utilização de dietas com maiores proporções de carboidratos não fibrosos (PAULINO et al., 2010). O uso de dietas com teores elevados de concentrado exige maior atenção dos nutricionistas em relação ao manejo alimentar, pois tais dietas apresentam cinética digestiva distinta da observada em alimentos volumosos. Como os animais confinados são provenientes de pastagem, torna-se necessário realizar de forma gradativa a fase de adaptação à ração concentrada, para evitar riscos relacionados à saúde ruminal, como acidose.

A acidose ruminal é um distúrbio frequente em confinamentos e pode estar associada a muitas outras enfermidades, que têm impacto significativo no desempenho

animal, como rumenites, abscesso hepático, laminite e polioencefalomalácia (BRENT, 1976). Tais distúrbios podem resultar em significativas perdas econômicas.

Para evitar prejuízos em relação ao uso de dietas ricas em concentrado, deve-se atentar também ao manejo de cocho. Esta prática tem como objetivo fornecer a quantidade adequada da dieta e evitar variações na ingestão de alimento pelos animais. Flutuações frequentes na ingestão de massa seca podem causar acidose e comprometer o desempenho dos animais. Segundo Galyean et al. (1992), uma flutuação de 10% na ingestão de massa seca de animais em confinamento pode promover redução de até 6% no ganho em peso e aumento de 7% na conversão alimentar, se comparado a bovinos alimentados de acordo com um programa constante de fornecimento de ração com base no peso vivo. Desta forma, o animal tem o desempenho produtivo reduzido e os gastos com a alimentação, que representa o maior custo variável da produção de carne, aumentam, reduzindo a lucratividade do produtor (ARTHUR et al., 2004).

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. ESTUDO META-ANALÍTICO**

O estudo meta-analítico ou meta-análise é um tipo de análise de dados na qual os resultados de vários estudos são reunidos, agrupados e analisados como se fossem o resultado de um único grande estudo. De acordo com St-Pierre (2001), utilizando a meta-análise é possível integrar o efeito do estudo e efeitos aleatórios de suas interações como componentes de um modelo misto, gerando um resultado com elevada acurácia devido ao grande número de dados.

Na área de produção animal, o número de meta-análises publicadas aumentou nos últimos anos (LOVATTO et al., 2007). Isto porque, para a transformação de resultados de pesquisa em conhecimento aplicável, um único experimento pode não ser conclusivo para uma inferência, já que os resultados refletem também as condições experimentais (SAUVANT et al., 2005). A meta-análise ajusta as diferenças em condições experimentais através de ferramentas apropriadas, possibilitando estimativa imparcial do efeito de tratamento, com aumento da previsão (LOVATTO et al., 2007).

## 2.2. INGESTÃO DE MASSA SECA EM BOVINOS CONFINADOS

A ingestão de massa seca é um parâmetro fundamental a ser considerado na formulação de dietas, a fim de atender as exigências nutricionais, estimar o ganho de peso e lucratividade do sistema de produção, principalmente em confinamentos. Tal parâmetro pode mostrar-se variável de acordo com o peso do animal, estágio fisiológico, valor nutricional do alimento e grupo genético do animal (NRC, 1996).

Entender a ingestão de massa seca é importante, pois esta é a variável que afeta de modo mais significativo o desempenho animal (WALDO; JORGENSEN, 1981) e que se mostra ainda mais importante no cenário da bovinocultura de corte, devido ao complexo sistema digestivo dos ruminantes e também pela importância econômica da atividade pecuária (FORBES, 2007).

Van Soest (1994) estabeleceu relações entre a concentração de energia na dieta e o consumo de massa seca em gado de corte, com base no conceito de que o consumo de dietas de menor digestibilidade e baixa energia (geralmente com altos percentuais em fibra) é controlado por fatores físicos, tais como enchimento ruminal e taxa de passagem, enquanto que o consumo de dietas de alta energia e alta digestibilidade (geralmente baixa fibra e alta proporção de concentrados) é controlado conforme o atendimento da demanda energética do animal e por fatores metabólicos.

O mesmo autor destacou duas fases na regulação do consumo. Na primeira fase ocorre aumento do consumo e aumento da digestibilidade dos alimentos até cerca de 67 – 68%, causada pelo aumento na taxa de saída de alimento do rúmen devido à redução do tamanho de partículas durante a digestão. A primeira fase está ligada à limitação do espaço ruminal e, conseqüentemente, ao teor de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN). Na segunda fase, aumentos na digestibilidade resultam em menor consumo de massa seca, porém a ingestão de energia se mantém constante. Esta fase está ligada a saciedade da demanda energética. Ainda nessa fase, quando a concentração energética passa a ser muito alta devido à menor ingestão de volumoso, o ruminante pode chegar a reduzir o próprio consumo de energia, em função de distúrbios nutricionais, como variações bruscas no pH ruminal.

As variações no pH ruminal podem levar à quedas no consumo de ração pelo desconforto ruminal, o que atrapalha a ingestão de nutrientes e, conseqüentemente, o ganho de peso, devido ao consumo irregular do alimento fornecido

(SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2003). Brown et al. (2000) observaram alta correlação para o consumo de ração e o pH ruminal de bovinos confinados, demonstrando quedas no consumo no dia seguinte ao baixo pH registrado. Da mesma forma, observou-se que quando o pH ruminal estava baixo, alguns animais diminuíram a ingestão na tentativa de limitar a produção de ácidos provenientes da fermentação ruminal e com isso restaurar as condições de pH adequado. Restaurado o pH, os animais voltam a consumir com alta ingestão de ração, gerando novamente uma excessiva produção de ácidos, fazendo o ciclo se repetir.

A ingestão de alimentos é de importância fundamental quando se discute o suprimento de requerimentos do animal, já que esta determina a quantidade de nutrientes disponíveis para o crescimento, saúde e produção. A quantidade de nutrientes absorvidos vai depender também de fatores digestivos, mas o consumo é o maior responsável pela presença do alimento no trato digestivo (SILVA, 2011). De acordo com Mertens (1994), 60 a 90% do desempenho animal pode ser explicado pelas variações na ingestão de massa seca e somente 10 a 40% são atribuídos à digestibilidade.

Quando o consumo de alimentos acontece abaixo do predito de acordo com as condições do animal, as exigências nutricionais do mesmo podem não estar sendo supridas. Em bovinos de corte, a maior parte dos nutrientes da dieta é destinada a atender as exigências de manutenção, por isso pequenas alterações no consumo de alimentos podem proporcionar limitações na eficiência do desenvolvimento e do ganho animal, impedindo que o mesmo apresente seu potencial genético, além de possibilitar o surgimento de problemas como estresse alimentar, sanitário e distúrbios digestivos (AZEVEDO et al., 2010)

Para Hicks et al. (1990), a ingestão de massa seca é a base para cálculo ou predição das exigências nutricionais, taxas de ganho e lucros, por isso a importância do cálculo acurado do consumo predito. Dentre os custos de produção do confinador, o consumo de alimentos representa 70 a 80% do investimento e uma estimativa confiável desta despesa é o primeiro passo para o sucesso da operação (DEHAAN et al., 1995).

Ferrell e Jenkins (1995) descrevem que há muito tempo já se reconhece uma variação significativa entre diferentes raças bovinas quanto ao consumo alimentar, exigência de manutenção e eficiência da utilização dos alimentos. Bovinos de raças *Bos*

*taurus indicus* puros e cruzados utilizam forragens de baixa qualidade mais eficientemente em comparação aos animais *Bos taurus taurus*, o que explica o desempenho superior dos cruzados *Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus* em relação aos animais *Bos taurus taurus* em condições de clima subtropical, particularmente em ambientes com restrições nutricionais importantes (FRISCH; VERCOE, 1977).

A partir do momento que se começa a fornecer uma dieta com maior teor de concentrado ou uma fonte de forragem de maior valor nutricional, bovinos *Bos taurus taurus* apresentam maior ingestão de massa seca em relação às suas exigências de manutenção e assim ganham peso mais rápido e eficientemente em comparação à animais *Bos taurus indicus* (LEDGER et al., 1970; KREHBIEL et al., 2000 apud ALMEIDA; LANNA, 2003).

De acordo com Almeida e Lanna (2003), alguns estudos e dados coletados de diversos confinamentos comerciais brasileiros confirmam padrões bem distintos de consumo entre zebuínos puros e europeus puros ou cruzados, observando um menor consumo para zebuínos, na ordem de 10 a 12%.

Bovinos de corte na fase de terminação apresentam menor capacidade de ingestão de massa seca em porcentagem do peso vivo e em g/kg de peso metabólico, em relação aos animais durante a fase de recria. A composição corporal, especialmente a porcentagem de gordura corporal, parece afetar a ingestão de alimentos. Quando o animal se aproxima da maturidade, mais gordura é depositada. Em geral, quanto maior a deposição de gordura, menor a ingestão de massa seca (DeHAAN et al, 1995) . No Brasil a costumava-se abater bovinos mais magros, confinados por menor período de tempo. Entretanto, devido ao alto preço dos animais de reposição, os confinadores estão optando por abater os animais com maior peso final, confinados por maior período de tempo. Desta forma, o efeito depressor da gordura na ingestão está começando a se tornar mais pronunciado.

Entender a ingestão de massa seca é difícil, devido à sua complexidade e à regulação multifatorial. Desta forma, não há um consenso a respeito do método que regula a ingestão de alimentos (FORBES, 2007). As interações entre numerosos fatores como animal, dieta, ambiente e manejo são os principais responsáveis pela falta de precisão das equações de predição da ingestão de massa seca (McMENIMAM et al., 2009).

Os ruminantes possuem grande capacidade seletiva de alimentos, o que influencia em diferentes intensidades no comportamento alimentar dos animais, de acordo com as fontes de alimento fornecidas ou o sistema de produção como confinamento ou pastejo. A seleção vai ocorrer tanto no confinamento quanto no pastejo de acordo com a forragem utilizada, sendo em pastagem as características morfológicas, estágio vegetativo e conteúdo nutricional da planta os fatores responsáveis pela seleção e consumo, já no confinamento o tamanho da partícula é mais relevante (BERCHIELLI et al., 2011).

Segundo Azevêdo et al. (2010), as equações de predição de ingestão de massa seca propostas pelo NRC (1987; 2000) foram utilizadas por muito tempo no Brasil. Entretanto, estas equações foram desenvolvidas principalmente com animais *Bos taurus taurus*, diferente da realidade apresentada no Brasil, onde 80% do rebanho é composto por animais *Bos taurus indicus*. Para Fox et al. (1998), o grupo genético é sem dúvida um dos fatores de maior influência na ingestão de massa seca, fazendo com que a partir desse estudo o NRC (1987) e o AFRC (1993) viessem a propor fatores de ajuste na predição da ingestão de massa seca para diferentes raças.

Para se obter predições mais próximas da realidade da ingestão de massa seca, estas equações deveriam ser testadas em condições mais semelhantes possíveis das que seriam utilizadas a campo (NEAL et al., 1984). Com o objetivo de prever o consumo para bovinos de corte em condições brasileiras e com animais zebuínos, Valadares Filho et al. (2006) desenvolveram e validaram sistemas de predição de consumo resultando no sistema BR-CORTE. A ingestão de massa seca de grupos de animais zebuínos foi posteriormente avaliada e comparada por Ribeiro et al. (2008) com os valores preditos por meio de sistemas, como o NRC (2000), CNCPS 5.0 e BR-CORTE. Os autores observaram que o sistema brasileiro BR-CORTE mostrou-se mais eficiente nas predições da ingestão de massa seca para *Bos taurus indicus* como um todo.

Quando se desenvolve um planejamento alimentar pra bovinos, com a formulação de uma ração que atenda todas as exigências nutricionais, torna-se imprescindível prever com acurácia o nível de ingestão voluntária dos bovinos sob alimentação *ad libitum* (AZEVEDO et al., 2010). Da mesma forma, é importante garantir que o animal terá um consumo linear e estável durante do período de alimentação.

### **2.3. DISTÚRBIOS METABÓLICOS**

A intensificação da produção de bovinos de corte exige uma melhoria dos níveis nutricionais das dietas, com o objetivo de atender às exigências de manutenção e fornecer nutrientes suficientes para ganho. Essa necessidade de aumentar o aporte nutricional da ração exige que os níveis de concentrado da dieta aumentem. Entretanto, o uso indiscriminado de altos níveis de concentrados aumentam os riscos de transtornos metabólicos nos animais e tendem a limitar a produção e diminuir a rentabilidade da pecuária (ALVES et al., 2003; SANTANA NETO et al., 2014).

Distúrbios metabólicos e digestivos são considerados problemas complexos na bovinocultura de corte, desde que se iniciou a intensificação do sistema de produção de carne. No entanto, a prevalência e ocorrência destes distúrbios tem se mostrado cada vez mais comum, devido à implantação de novas tecnologias na nutrição, assim como a alta inclusão de concentrado e o aumento no uso de grãos processados (VASCONCELOS; GALYEAN, 2008).

De acordo com Santana Neto (2014), é importante conhecer as enfermidades que acometem e prejudicam a produção de ruminantes, mais especificamente bovinos, visto que esses distúrbios interferem no desempenho animal. Entretanto, o grande problema está no diagnóstico, que na maior parte das vezes é difícil, dificultando assim a profilaxia e tratamento. Nos Estados Unidos, os distúrbios metabólicos são uma das principais causas de morte em bovinos confinados (USDA, 2000).

Segundo Vasconcelos e Galyean (2008), dentre os distúrbios metabólicos mais comuns em confinamento podemos citar a acidose, timpanismo e abscessos hepáticos como os de maior impacto econômico. Dentre tais enfermidades, a acidose é a maior responsável pelas quedas no desempenho e eficiência de ganho, podendo provocar abscessos hepáticos e rumenites (OWENS et al., 1998). Stock e Britton (1996) atribuem à acidose ruminal um impacto econômico que gira em torno de US\$ 1 milhão por ano nos Estados Unidos. No Brasil, a acidose está em segundo lugar nos casos de doenças em confinamento, com 34,4% de incidência (OLIVEIRA; MILLEN, 2014).

Os quadros de acidose são caracterizados pela queda no pH ruminal, abaixo de 5,6 (KREHBIEL et al., 2003) e são divididos em dois grupos, caracterizados de acordo com a faixa de pH e produção de ácidos orgânicos: acidose subaguda na faixa de pH entre 5,6 e 5,2, caracterizada pela alta concentração de ácidos graxos de cadeia curta por

aproximadamente 12 horas e acidose aguda em pH menor que 5,2, caracterizada pelo acúmulo de ácido láctico ruminal (OWENS et al., 1998). A acidose subaguda é considerada a mais sutil e mais difícil de ser detectada, com consequente queda na ingestão de massa seca (COOPER et al., 1998).

A acidose ocorre devido ao aumento na proporção de carboidratos rapidamente fermentáveis nas dietas fornecidas aos animais sem o manejo correto. Pode ocorrer também diminuição da capacidade de produção de saliva (tampão) pelo bovino, além de diminuição na taxa de utilização e absorção dos ácidos produzidos, resultando em acúmulo de ácidos graxos no rúmen, o que leva à queda do pH ruminal de 6,5 a 5,8 para níveis abaixo de 5,5, estimulando portanto bactérias produtoras de lactato e inibindo bactérias fermentadoras deste mesmo ácido, aumentando deste modo os riscos de acidose (NAGARAJA; TITGEMEYER, 2007; BLANCH et al., 2009).

As alterações no fornecimento de alimento e mudanças de dietas feitas de forma abrupta acarretam em severas mudanças sistêmicas, como o aumento dos ácidos orgânicos, principalmente o ácido láctico, redução do pH, redução da motilidade ruminal, rumenites e hiperqueratose (DIRKSEN, 1989; NOCEK et al., 1984). Estes eventos acarretam no estabelecimento de condições favoráveis para o desenvolvimento de determinadas bactérias (*Fusobacterium necrophorum* e *Actinomyces pyogenes*) que, além de colonizarem e lesionarem o epitélio da parede ruminal, reduzem a superfície de absorção do mesmo e podem também chegar ao fígado, levando ao surgimento de abscessos hepáticos (NAGARAJA; CHENGAPPA, 1998), que prejudicam a eficiência do fígado.

Segundo Schwatzkopf-Geinswein (2003), o lactato apresenta maior acidez que os outros ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) encontrados normalmente no rúmen e promove, portanto, maior efeito na redução do pH ruminal devido ao  $pK_a$  (constante de dissociação) mais baixo (3,9) em relação aos outros AGCC (4,7- 4,9). Muitos estudos *in vitro* e *in vivo* têm mostrado que bactérias celulolíticas e protozoários tem o crescimento inibido em um pH abaixo de 6,0 (STEWART, 1977; WILLIAMS; COLEMAN, 1992). Quando ocorre essa queda no pH abaixo de 5,2 o crescimento de bactérias consumidoras de lactato (*Megasphaera elsdenii* e *Sallenomonas ruminatium*) começa a ser inibido. Porém, para bactérias produtoras de lactato, o ambiente começa a se tornar favorável e as mesmas se proliferam mais rapidamente (RUSSEL; HINO, 1985).

Portanto, independentemente da fonte de carboidratos utilizados na dieta, o acúmulo de lactato é esperado nessa faixa de pH (DILorenzo, 2004).

De acordo com Baile e Forbes (1974), o lactato ruminal é um potente inibidor da ingestão de alimento em bovinos. Koers et al. (1976 apud BRITTON e STOCK, 1987) realizaram infusão intra-ruminal de ácido láctico em ovinos alimentados com dietas de alto grão, na dosagem de 0,17 moles no primeiro experimento e 0,33 moles no segundo experimento e encontraram uma queda na ingestão em animais que receberam infusão de 0,33 moles. Tal resultado demonstra que o ácido láctico é o principal fator de quedas bruscas no consumo, já que o mesmo está relacionado à quedas do pH ruminal.

Segundo Schwartzkopf-Genswein et al. (2003), nos Estados Unidos, nutricionistas e gestores de confinamento atribuem a acidose subaguda ao comportamento alimentar irregular, que pode resultar em perdas econômicas estimadas em 15 a 20 dólares por animal confinado. Estas flutuações na ingestão de alimento, que resultam em distúrbios alimentares também podem reduzir o desempenho e ganho de peso dos animais.

O desenvolvimento de estudos de metabolismo relacionados à acidose subaguda é de grande importância, porém há dificuldade em medir alguns efeitos como as quedas no pH, já que o animal ajusta seu padrão alimentar através da diminuição na ingestão de massa seca para contornar este distúrbio. A flutuação na ingestão de massa seca é um parâmetro que vem sendo utilizado para estudar a acidose subaguda em bovinos de corte, com base na premissa que a flutuação na ingestão de massa seca é ocasionada pela acidose subaguda (COOPER et al., 1998).

Em estudo de Britton e Stock (1987), os autores concluíram com base em um compilado de estudos que as flutuações na ingestão de alimento estão diretamente ligadas à quedas no pH e conseqüentemente à incidência de acidose subaguda. Os autores recomendam que confinadores observem diariamente o consumo do lote e não somente a média do período para poder diagnosticar o quanto antes a incidência da acidose subaguda.

Cooper et al. (1998) conduziram quatro ensaios de metabolismo para determinar os efeitos da flutuação de ingestão diária em relação a distúrbios metabólicos. Para os ensaios 1 e 2 foram utilizados quatro animais fistulados divididos em dois tratamentos e o fornecimento de ração foi restrito a 80% da exigência diária. No tratamento 1 o

fornecimento de ração foi constante nos dois ensaios e para o tratamento 2 o fornecimento foi flutuante com variação de 0,680 kg/dia para o ensaio 1 e de 1,360 kg/dia para o ensaio 2. No ensaio 3 foram utilizados os mesmos quatro novilhos fistulados, que foram submetidos a três níveis de variação no fornecimento de alimento: *ad libitum*, variação de de 0,680 kg/dia e variação de 1,360 kg/dia. Foi utilizada a mesma dieta com 90% de concentrado nos três ensaios com o fornecimento de 25 ppm de monensina sódica. No ensaio 4 foram utilizados seis novilhos fistulados em esquema fatorial 2x3 com três tratamentos que consistiam em fornecimento constante, variação de 0,907 kg/dia e variação de 1,814 kg/dia com uma dieta base de 92,5% de concentrado, sendo aplicado todos os tratamentos em todos os animais em três períodos diferentes.

Os animais avaliados nos experimentos foram mantidos em baias de ensaio metabólico com monitoramento do pH ruminal feito por eletrodo intra-ruminal durante os seis dias de coleta dentro de cada período. No ensaio 1 não foram observadas diferenças para a ingestão de massa seca, porém os autores encontraram uma diferença numérica para o tempo no qual o pH ficou abaixo de 5,6. No ensaio 2 a variação de 1,360 kg/dia no fornecimento de ração proporcionou valores de pH abaixo de 5,6 por um maior período de tempo, apontando para a incidência de acidose subaguda com uma pequena diferença numérica para um maior consumo do tratamento que recebeu o fornecimento flutuante. Nos ensaios 3 e 4 não foram observadas diferenças na ingestão de massa seca e no pH ruminal. Os autores concluíram que a adoção de um sistema de alimentação restrita pode causar flutuações na ingestão de massa seca, que podem acarretar em problemas digestivos como a acidose subaguda.

Fulton et al. (1979) realizaram experimento no qual analisaram dietas com diferentes inclusões de concentrado (35%, 55%, 75% e 90%). As mudanças no teor de concentrado fornecido ocorreram a cada 5 dias e os animais foram divididos em dois tratamentos, sendo o primeiro com milho quebrado e o segundo com trigo. As flutuações no consumo dos animais alimentados com o trigo foram maiores em relação aos animais alimentados com o milho, apesar de se observar uma grande flutuação no consumo em ambos os tratamentos e em todos os níveis de concentrado. Os autores monitoraram parâmetros de saúde ruminal dos animais durante todo o experimento em diferentes períodos após o fornecimento de alimento e relataram que o animal regula a

ingestão da ração com o objetivo de evitar distúrbios relacionados a variações bruscas no pH ruminal.

### **2.3.1. Saúde do rúmen**

Segundo Cooper et al. (1998), a flutuação na ingestão de massa seca é um parâmetro que vem sendo utilizado para estudar a acidose subaguda em bovinos de corte, com base na premissa de que este distúrbio ruminal pode ocasionar flutuações na ingestão de massa seca. A acidose subaguda ao longo do tempo pode se tornar uma acidose crônica, levando os animais a desenvolverem problemas ruminais.

Animais acometidos com acidose aguda apresentam algumas alterações no epitélio das papilas ruminais, conhecidas como hiperqueratose e rumenite, que diminuem de forma significativa a capacidade do rúmen de absorver os ácidos graxos de cadeia curta (SANTOS, 2011). A rumenite é um processo que ocorre a partir de alterações inflamatórias no epitélio ruminal e nos tecidos subjacentes de bovinos alimentados com dietas ricas em grãos e com níveis de forragem inadequados. Na maioria dos casos, a infecção do epitélio ruminal ocorre após um dano mecânico ou químico (SARTI, 2007). A principal causa do dano mecânico é a ingestão de objetos pontiagudos que ficam presos ao retículo. Entretanto, danos mecânicos apresentam baixa importância econômica devido a poucos relatos de casos. Os danos químicos ao epitélio ruminal, no entanto, apresentam maior importância econômica e ocorrem devido à alta concentração de ácidos produzidos no rúmen, decorrentes de casos de acidose aguda ou subaguda, ocasionados por alimentação rica em carboidratos rapidamente fermentáveis (NAGARAJA; CHENGAPPA, 1998).

De acordo com Santos (2010), esses processos não prejudicam somente a absorção, mas também a capacidade do epitélio de agir como barreira protetora na prevenção da passagem de microrganismos presentes no rúmen para a corrente sanguínea, tais como *Fusobacterium necrophorum*. Quando estes microrganismos têm acesso ao tecido hepático podem ocasionar infecção e formação de abscessos hepáticos.

A ocorrência de hiperqueratose e rumenites resulta do manejo alimentar adotado, sendo a dieta o fator de maior importância na incidência de tais distúrbios. Mudanças abruptas entre dietas com alto valor energético, manejo nutricional inconsistente em relação ao fornecimento, frequência e volume ofertado podem favorecer esses

distúrbios, facilitando assim o desenvolvimento de abscessos hepáticos (NAGARAJA et al., 1996). Apesar dos grandes avanços na nutrição para a formulação e avaliação de dietas e na tecnologia de mistura e fornecimento de ração, a sobrecarga de grãos ainda ocorre em confinamentos (PRITCHARD; BURNS, 2003).

Ao avaliar a frequência de lesões ruminais por meio de avaliação de dados sobre bovinos terminados em confinamento, Vechiato (2009) encontrou a ocorrência de 11,88% de rumenites e 3,25% de abscessos hepáticos em animais recebendo alta inclusão de concentrado.

### **2.3.2. Perfil metabólico sanguíneo**

De acordo com Galyean e Rivera (2003), a acidose ruminal causa a migração de ácidos para a corrente sanguínea devido à diferença de osmolaridade entre o rúmen e o sangue, reduzindo, desse modo, a capacidade do bicarbonato, fosfatos e proteínas de tamponar o sangue.

Aproximadamente 50% do bicarbonato presente no rúmen chega via saliva, produzida durante mastigação e ruminação. A outra metade chega ao rúmen a partir da corrente sanguínea, na troca com os ácidos ionizados enquanto estes são absorvidos. Em dietas de elevada proporção de concentrado e reduzida produção de saliva, maior proporção de bicarbonato deve ser advinda do sangue, ocorrendo redução do excesso de bases na corrente sanguínea com possível ocorrência de acidose metabólica, caso o animal não consiga restabelecer a homeostase (OWENS et al., 1998). A absorção de AGCC pela remoção de ácidos não ionizados e pela troca de ácidos graxos ionizados por bicarbonato durante o processo de absorção (STEVENS, 1970) ajuda a manter o pH ruminal próximo à neutralidade. Conseqüentemente, a redução da taxa de absorção de AGCC leva à queda do pH do rúmen por duas razões: acúmulo de AGCC no rúmen e redução da entrada de bicarbonato provindo do sangue para dentro do meio ruminal.

Sob condições normais, o pH do sangue é precisamente regulado e raramente flutua, porque este está saturado com bicarbonato. Durante acidose aguda, no entanto, a produção excessiva de ácidos pode exaurir a capacidade de o bicarbonato tamponar o sangue e então o pH sanguíneo pode diminuir (OWENS et al., 1998).

Faverdin et al. (1999) relataram que as concentrações de bicarbonato e excesso de bases no sangue foram negativamente correlacionadas com a concentração ruminal

de AGCC quando altas quantidades de grãos de trigo foram adicionadas ao rúmen de vacas de leite canuladas. Tais resultados foram acompanhados de uma redução temporária na ingestão de massa seca. Outros estudos também reportaram reduções nas concentrações sanguíneas de bicarbonato e excesso de bases durante acidose subaguda de novilhos confinados (GOAD et al., 1998).

Uma resposta do organismo dos ruminantes à acidose metabólica é o aumento na taxa respiratória, resultando em baixos valores de pressão parcial e total de gás carbônico e aumento na pressão e saturação de oxigênio sanguíneo (HILL et al., 1990). Reduções no pH, bicarbonato e pressão de gás carbônico no sangue foram relatados em novilhos confinados alimentados com dietas com maiores teores de concentrado (JACKSON et al., 1992).

O uso de aditivos alimentares pode minimizar a ocorrência de acidose metabólica. Millen (2008) utilizou monensina sódica e anticorpos policlonais contra as bactérias *S. bovis* e *F. necrophorum* e obteve maiores valores de pressão de CO<sub>2</sub> para o grupo tratado com ionóforos. Da mesma forma, ao testar os mesmos aditivos alimentares, Millen (2010) encontrou maiores concentrações de bicarbonato, total de CO<sub>2</sub> e excesso de bases no fluido extracelular no grupo que recebeu anticorpos policlonais.

Alguns eventos acontecem simultaneamente com a diminuição do volume extracelular e o aumento da pressão osmótica ruminal, como a desidratação, batimentos cardíacos inconstantes, diminuição da circulação sanguínea periférica, redução do fluxo de sangue para os rins, choque e, em casos graves, morte (HUNTINGTON, 1988). Mudanças na osmolaridade sanguínea levam também ao endurecimento das pernas e laminites (NOCEK, 1997). Quando o animal não consegue retomar a homeostase, em casos graves, pode vir a óbito.

O exame hemogasométrico é de grande importância na avaliação do equilíbrio ácido-básico e pode fornecer informações fundamentais para o diagnóstico e prognóstico de várias enfermidades dos bovinos. Dentre as disfunções do equilíbrio ácido-básico, a mais comumente encontrada é a acidose metabólica, além da acidose láctica ruminal, estados de cetoacidose, diarreia, insuficiência renal entre outros (MARUTA; ORTOLANI, 2002).

## 2.4. COMPORTAMENTO INGESTIVO

O estudo do comportamento ingestivo dos ruminantes tem sido usado basicamente com três objetivos: 1) estudar os efeitos do arraçoamento ou quantidade e qualidade nutritiva dos alimentos sobre o comportamento ingestivo; 2) estabelecer a relação entre comportamento ingestivo e consumo voluntário; e 3) verificar o uso potencial do conhecimento do comportamento ingestivo para melhorar o desempenho animal (ALBRIGHT, 1993).

De acordo com Mariani (2010), os ruminantes respondem de forma diferente às dietas ou alimentos e ajustam o comportamento alimentar de acordo com suas necessidades nutricionais, principalmente de energia. Estudos sobre alimentação animal mostram que os animais podem reconhecer o valor energético dos alimentos e podem avaliar o custo energético de obter alimento. Tendo chance de escolha, os animais usualmente preferem continuar comendo aqueles alimentos com os quais estão acostumados.

Muitos pesquisadores vêm estudando sobre comportamento alimentar, no intuito de confirmar a hipótese de que os animais conseguem fazer escolhas alimentares que melhor atendam às necessidades metabólicas ou fisiológicas. Estas escolhas não teriam como base apenas as exigências nutricionais, como alguns autores acreditavam, mas também o que o animal julga ser melhor para seu próprio organismo, sob o aspecto de mantê-lo em conforto ou minimizar desconfortos (FERREIRA, 2003).

O comportamento ingestivo do animal pode ser dividido da seguinte forma: tempo de alimentação, tempo de ruminação e tempo em ócio, a partir dos quais pode-se calcular a eficiência de alimentação e ruminação (DADO; ALLEN, 1995). O controle do consumo de alimentos está diretamente relacionado ao comportamento ingestivo (CHASE et al., 1976). Quando ruminantes em confinamento são arraçados duas vezes ao dia, normalmente fazem duas refeições principais após o fornecimento da ração com um consumo maior (durante 1 a 3 horas), além de um número variável de pequenas refeições entre elas (FISCHER et al., 1997). Os períodos de ruminação e descanso entre as refeições, a duração e o padrão de distribuição são influenciados pelas atividades de ingestão, número de tratos e tipo de alimento fornecido (DESWYSEN et al., 1993; FISCHER et al., 1997). De acordo com Thiago et al. (1992), a quantidade de alimento consumido por um ruminante, em determinado período de tempo, depende do número

de refeições nesse período e da duração e taxa de alimentação de cada refeição. Cada um desses processos é o resultado da interação do metabolismo do animal e das propriedades físicas e químicas da dieta, estimulando receptores da saciedade.

Animais confinados gastam em torno de uma hora consumindo alimentos ricos em energia e até mais de seis horas para fontes com baixo teor de energia. Da mesma forma, o tempo despendido em ruminação é influenciado pela natureza da dieta e, provavelmente, é proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Assim, quanto maior a participação de alimentos volumosos na dieta, maior será o tempo despendido com ruminação (VAN SOEST, 1994). Dietas contendo alto teor de fibra em detergente neutro promovem redução da ingestão de massa seca total, devido à limitação provocada por enchimento e repleção do rúmen-retículo (MARIANI, 2010). Entretanto, rações que contém elevados teores de concentrado e menores níveis de fibra também podem resultar em menor ingestão de massa seca (GONÇALVES et al., 2001) e diminuição linear no tempo de ingestão (BURGER et al., 2000), uma vez que as exigências energéticas dos ruminantes poderão ser atingidas com menores níveis de consumo.

Burger et al. (2000), trabalhando com dietas com níveis crescentes de concentrado para bezerros holandeses, com ingestão de massa seca limitada pelo teor de fibra das dietas, verificaram tempos despendidos por refeição de 13,24 e 13,43 minutos em média, para os níveis de 45 a 60% de concentrado, respectivamente. O número médio de refeições ao dia foi 18,25 e 14,75, respectivamente. Tais resultados demonstram que ao se elevar o nível FDN da dieta ocorre um aumento no número de refeições e, conseqüentemente, no tempo total gasto para ingestão.

Mensurar o comportamento alimentar e a ruminação são de extrema importância para verificar suas implicações no consumo diário de alimentos. O tempo total de ruminação pode variar de quatro até nove horas, sendo dividido em períodos de poucos minutos a mais de uma hora. A atividade de ruminação pode ocorrer com o animal em pé ou deitado, sendo que ruminar na posição deitada demonstra uma condição de conforto e bem estar do animal, que resulta em maior eficiência (DADO; ALLEN, 1995). Segundo Welch e Hooper (1988), o tempo de ruminação é altamente correlacionado (0,96) com o consumo de FDN em bovinos. Albright (1993) avaliou o comportamento alimentar de vacas alimentadas com três níveis de FDN na dieta (26, 30

e 34%) e relatou os seguintes valores para os tempos despendidos em ruminação e total de mastigação: 334 e 558; 403 e 651; 414 e 674 min/dia, para 26, 30 e 34% de FDN, respectivamente. Tais resultados demonstram a relação positiva entre nível de fibra da dieta e tempo em ruminação e mastigação.

Sarti et al. (2007), avaliando bovinos com diferentes graus de sangue Zebu, relataram que, à medida que o nível de concentrado na dieta aumentou e o teor de FDN diminuiu, animais com maior proporção de sangue europeu se mostram mais eficientes tanto na ruminação da massa seca ingerida quanto do FDN.

De acordo com Mariani (2010), bovinos Brangus apresentam maior ingestão média de massa seca por refeição, quando comparados com bovinos Nelore, além de maior tempo de alimentação por refeição durante o período de adaptação. No entanto, não houve diferença entre estes dois grupos genéticos nos períodos subsequentes à adaptação. Os valores de tempo de mastigação se mostraram menores nas dietas que continham 80% e 85% de concentrado em relação às dietas com maior quantidade de fibra (30 e 45%). Do mesmo modo, Deswysen et al. (1987) observaram menor tempo de mastigação total quando bovinos recebiam dietas com maiores proporções de concentrado e concluíram que, nestas dietas, o tamanho de partícula é menor em relação a dietas com maiores teores de fibra e este fator, juntamente com maior eficiência na redução do tamanho das partículas, também pode influenciar na diminuição do tempo de mastigação total.

Segundo Schwartzkopf-Genswein e Moya (2015), a flutuação diária da ingestão de alimentos também pode ser comprometida pela capacidade individual de um animal alterar ou regular seu comportamento alimentar para minimizar os efeitos da flutuação no fornecimento de alimento, conforme observado em estudo realizado pelos autores. Tal estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da hora do fornecimento da ração (às 08:00h ou 21:00h) sobre o comportamento, desempenho e eficiência alimentar em bovinos com o fornecimento de ração restrito a 85% do consumo *ad libitum*. Os autores não encontraram alterações nos padrões de alimentação, independente do horário de fornecimento da ração. Este resultado foi atribuído à pequena taxa de restrição, o que provavelmente não foi suficiente para alterar os padrões de alimentação dos animais. Com base no estudo descrito, os autores concluíram que certos comportamentos são inatos ao animal e dificilmente podem ser alterados, o que demonstra a capacidade de

adaptação à flutuações no fornecimento, que por sua vez é de extrema importância para o controle de distúrbios metabólicos.

Confinamentos comerciais normalmente formam grandes grupos de animais por baia, nos quais o domínio social, plano nutricional pré-confinamento e manejo podem afetar de maneira significativa o consumo alimentar dos bovinos (GALYEAN; ENG, 1998). Vários estudos têm demonstrado que padrões no consumo podem variar drasticamente entre os indivíduos de uma mesma baia, tornando mais desafiador fazer conclusões utilizando como base o comportamento do lote (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2011).

## **2.5. DESEMPENHO vs. FLUTUAÇÃO DIÁRIA NA INGESTÃO DE MASSA SECA**

Nutricionistas e confinadores comumente atribuem distúrbios metabólicos ao comportamento alimentar errático dos bovinos. Esta percepção é baseada no fato de que a variabilidade no consumo de dietas com alta proporção de grãos comprometem a manutenção do pH ruminal em patamares suficientemente altos para uma adequada função ruminal (pH ruminal >5,6 a 5,8) (MCALLISTER et al., 2002).

Em geral, acredita-se que variações na ingestão de alimentos por bovinos confinados podem causar acidose e reduzir a ingestão de massa seca (BRITTON; STOCK, 1987) e, por consequência, afetar o desempenho no período de confinamento. Para Schwartzkopf-Genswein e Moya (2015), existe uma crença entre os nutricionistas e gestores de confinamentos que atribui a ocorrência de distúrbios digestivos, como acidose subaguda, à ingestão inconsistente ou irregular de massa seca por bovinos. Este conceito foi comprovado por vários estudos desenvolvidos anteriormente (FULTON et al, 1979; BRITTON et al., 1987), que observaram que grandes variações na ingestão de dietas com altos teores de concentrado podem causar distúrbios digestivos em bovinos. Desta forma, torna-se importante o estudo do comportamento ingestivo de bovinos, tanto por pesquisadores quanto por gestores de confinamento, de forma a entender e buscar estratégias de manejo que minimizem problemas no consumo de ração e restrições indesejáveis na alimentação, como aumentar o número de tratos por dia.

De acordo com Schwartzkopf-Genswein (2004), o conceito inicial de que a flutuação da ingestão de massa seca proporciona queda no desempenho surgiu de um

trabalho realizado por Galyean et al. (1992), que simularam 10% de flutuações diárias na ingestão de massa seca. Os autores encontraram uma redução de 6% no ganho de peso e aumento de 7% na conversão alimentar dos animais submetidos à variações na ingestão, quando comparado a bovinos alimentados em um programa constante de alimentação com base no peso vivo. O resultado foi atribuído à instabilidade do pH ruminal dos animais submetidos à flutuações no fornecimento de alimento.

De acordo com Schwartzkopf-Genswein e Moya (2015), nos últimos 10 anos muitas pesquisas têm sido desenvolvidas com o objetivo de esclarecer os resultados encontrados por Galyean et al. (1992). Tais estudos mostram resultados diferentes em relação à flutuação na ingestão de massa seca e os possíveis problemas metabólicos decorrentes, o que sugere que flutuações no consumo de alimento têm pouco efeito sobre distúrbios digestivos em estudos nos quais a flutuação no consumo foi induzida por variações diárias no fornecimento de ração (COOPER et al., 1998).

Cooper et al. (1999) realizaram dois experimentos para mensurar o desempenho de bovinos submetidos a variações na ingestão de massa seca. No primeiro, os autores utilizaram 75 novilhos mestiços de sobreano com peso médio de 294,8 kg divididos em dois tratamentos, sendo o primeiro com o fornecimento *ad libitum* sem variação no fornecimento e o segundo com uma flutuação diária de 1,814 kg de ração, com dieta de 91,7% de concentrado e fornecimento de monensina e tylosina durante 140 dias de experimento. No experimento 2 foram utilizados 94 novilhos mestiços de 297,5 kg divididos aleatoriamente em duas dietas com dois níveis de alimentação, sendo o primeiro *ad libitum* sem a variação no fornecimento e o segundo com a flutuação de 1,814 kg/dia por animal, com duração de 147 dias. Em ambos os tratamentos os animais receberam a dieta *ad libitum* do dia 1 ao dia 34 e com base na média do dia 28 ao dia 34 foi balizado o consumo médio de cada baia, tendo início a partir de então o fornecimento flutuante, do dia 35 até o final de cada experimento. No experimento 1 a ingestão de massa seca foi maior ( $P < 0,05$ ) para o tratamento que recebeu o fornecimento flutuante porém não foram observadas diferenças no ganho de peso diário e na eficiência alimentar. No experimento 2 não houve diferença no consumo, ganho de peso diário e eficiência alimentar. Pode-se constatar com base nos experimentos que variações na ingestão de até 1,814 kg/dia de ração não afetaram a ingestão de massa seca e eficiência alimentar dos novilhos confinados.

Schwartzkopf-Genswein et al. (2004) submetem bovinos em fase final de confinamento alimentados em dois tratamentos, ambos com dietas de alto grão, sendo que o primeiro consistiu no fornecimento de alimento *ad libitum* com o consumo constante e o segundo com flutuações no fornecimento de 10% acima ou abaixo durante três dias consecutivos, com relação ao consumo do lote que recebia o fornecimento constante. Não foram observados efeitos de tratamento no consumo, ganho de peso diário, eficiência alimentar e tempo despendido no cocho. Entretanto, foram observados efeitos no metabolismo animal, sendo que os tratamentos apresentaram diferenças para o pH médio do rúmen, que foi mais baixo para os animais submetidos à flutuações no fornecimento de alimento e permaneceu mais alto e mais estável para o grupo que recebeu alimentação constante. Os autores concluíram que, apesar da grande influência da flutuação na ingestão diária no pH ruminal, os bovinos podem se adaptar metabolicamente à flutuações no fornecimento sem que hajam impactos no desempenho após um período de adaptação ou de transição de no mínimo 28 dias.

Em um segundo experimento realizado também por Schwartzkopf-Genswein et al. (2004), bovinos foram submetidos a flutuações diárias de 10% do fornecimento por três dias consecutivos acima e abaixo do consumo do tratamento controle, que recebeu o fornecimento constante, em dois diferentes horários de fornecimento (09:00h ou 21:00h). O experimento teve a duração de 28 dias e não houve diferença para a ingestão de massa seca, ganho médio diário e eficiência alimentar para o grupo que recebeu variação no fornecimento. Houve apenas diferenças para a hora do fornecimento, sendo maior ( $P < 0,05$ ) a ingestão de massa seca, ganho médio diário e eficiência para o grupo que recebeu a alimentação no período noturno. De acordo com os autores, esse fato pode ser atribuído ao efeito do incremento calórico da dieta no período noturno devido às baixas temperaturas registradas durante a noite no período do experimento.

Cooper et al. (1999) observaram que 17% de flutuação no fornecimento diário de ração não afetou o desempenho bovinos confinados e não resultou em acidose. Da mesma forma, Soto-Navarro et al. (2000) observaram que 10% de flutuação diária no oferecimento de alimento para bovinos alimentados uma ou duas vezes por dia não teve efeitos negativos no ganho médio diário, ingestão de massa seca ou pH ruminal. Entretanto, a flutuação no fornecimento de alimento proporcionou diminuição na digestão do amido e nitrogênio no rúmen. Hickman et al. (2002) utilizaram um sistema

de monitoramento da ingestão diária em grupo para medir o impacto da flutuação diária na ingestão de massa seca. Os autores não encontraram diferenças no desempenho ou na eficiência dos animais.

Schwartzkopf-Genswein et al. (2011) correlacionaram positivamente a flutuação diária na ingestão de massa seca com o consumo superior de 1,5 kg de massa seca para o grupo de alta flutuação de ingestão com valores maiores de peso de carcaça quente, deposição de gordura na carcaça e área de olho de lombo. Os autores atribuem este resultado ao fato de que os animais que apresentaram maior flutuação na ingestão obtiveram também maior ganho médio diário.

Zinn (1994) conduziu experimento para analisar o desempenho e metabolismo de novilhos Holandeses tratados com o fornecimento constante e flutuante de ração, com flutuação diária de 20% no consumo. A dieta foi formulada para o ganho médio diário de 1,1 kg/d com 92% de concentrado. Em geral, o consumo médio foi o mesmo para ambos os grupos, não houve diferença também nas taxas de crescimento e desempenho e as funções digestivas foram semelhantes em ambos os tratamentos. O autor concluiu que uma flutuação diária de 20% (1,5 kg/d) não foi suficiente para afetar o desempenho de novilhos holandeses recebendo dieta com alta inclusão de concentrado.

Utilizando novilhos também da raça Holandesa, Barajas et al. (2008) avaliaram a influência da flutuação de 20% no fornecimento diário de alimento, no desempenho e funções ruminais dos animais. A flutuação diária no consumo não influenciou o ganho médio diário, ingestão de massa seca, eficiência alimentar ou características de carcaça, quando comparados ao grupo que recebeu fornecimento de alimento constante. Não houve diferenças também na digestibilidade do amido e FDA, além do pH ruminal e proporções molares de ácidos graxos voláteis. Os autores concluíram que variações no fornecimento de alimento de até 20% não prejudicam o desempenho e funções ruminais de bovinos Holandeses em terminação.

Embora a maior parte das pesquisas a respeito de flutuações na ingestão de massa seca por bovinos confinados apontem para a ausência de efeitos no desempenho dos animais, o manejo da alimentação deve ser feito de forma a minimizar estas flutuações, já que a ração representa o maior custo total de produção em confinamento (ARTHUR et al. 2004; RESTLE; VAZ, 1999). Contudo, a flutuação na

ingestão deve ser observada do ponto de vista de saúde do animal, visto que muitos trabalhos mostram seu efeito prejudicial à saúde ruminal e metabólica de bovinos confinados (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN; MOYA, 2015).

### **2.5.1. Fatores que predispõem flutuações na ingestão de massa seca**

Vários fatores podem causar flutuações na ingestão diária de alimento em confinamentos de bovinos de corte, como clima, espaço de cocho por animal e manejo de cocho (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2011).

Pritchard e Burns (2003) consideram que flutuações de ingestão de matéria seca são normais em bovinos confinados, visto que ao longo da evolução os bovinos tiveram seu mecanismo de regulação de ingestão de alimento ajustado a partir de uma dieta com alta inclusão de volumosos, ao contrário das dietas utilizadas nos confinamentos atuais, nas quais há maior proporção de alimento concentrado. Esta mudança no padrão de alimentação de bovinos requer o entendimento dos mecanismos que podem resultar em distúrbios metabólicos como acidose aguda e subaguda. Esse fato pode ocorrer com maior intensidade em confinamentos brasileiros devido à predominância de animais *Bos taurus indicus* no Brasil, animais esses de acordo com Almeida e Lanna (2003) menos adaptados evolutivamente ao consumo de dietas com alta inclusão de concentrado.

De acordo com Hahn (1995), a ingestão de massa seca é influenciada pelo clima ou temperatura do ambiente. Normalmente, em temperaturas mais frias, bovinos tendem a aumentar o consumo de alimento. Entretanto, em situações extremas, como neve ou excesso de lama, o consumo pode diminuir. Em condições de altas temperaturas, a ingestão de massa seca diminui, ao contrário do consumo de água, que aumenta, como uma maneira de dissipar o calor corporal.

Para evitar flutuações na ingestão de massa seca e garantir que todos os animais em uma baia tenham acesso ao alimento, deve-se atentar ao espaço linear de cocho que permita que todos se alimentem de maneira uniforme. A redução no espaço de cocho, além de causar flutuações no consumo de ração pelos animais, pode resultar em agressões, devido à disputa pelo alimento (GONZALES et al., 2008).

Soto-Navarro et al. (2000) observaram que animais alimentados apenas uma vez ao dia tiveram menor pH ruminal e maior concentração de AGCC em relação aos

animais alimentados duas vezes ao dia. De acordo com os resultados, o número de tratos pode ajudar a modular e controlar distúrbios digestivos de bovinos confinados.

O manejo de cocho tem como objetivo modular o comportamento alimentar e evitar variações diárias na ingestão de massa seca em confinamento (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al. 2003). Quando feito de maneira correta, pode evitar distúrbios metabólicos, como a acidose (PRITCHARD; BURNS, 2003). O manejo de cocho é feito principalmente de duas maneiras, restrita e à vontade ou *ad libitum*. A alimentação *ad libitum* consiste no fornecimento de ração à vontade aos bovinos, ajustando a quantidade fornecida de forma que haja uma pequena porcentagem de sobra (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al. 2003).

O manejo de alimentação restrita consiste no fornecimento da ração em função das necessidades energéticas preditas por equações, do peso corporal e da ingestão prevista pelos animais e tem como objetivo melhorar o desempenho, reduzindo problemas digestivos devido ao consumo excessivo de ração (GALLYEAN, 1999). De acordo com Soto-Navarro et al. (2000), o risco de acidose diminui quando se usa este tipo de manejo alimentar, devido à restrição na quantidade de amido disponível para fermentação. Yang e Varga (1989) afirmam também que, quando a flutuação é minimizada e o número de refeições por dia é maior, minimizando a ingestão total de amido por refeição, as condições ruminais se tornam mais estáveis, diminuindo assim os riscos de distúrbios metabólicos.

De acordo com Pritchard e Burns (2003), a principal consideração a respeito do manejo de cocho é sobre o controle de distúrbios metabólicos agudos e subagudos. As pesquisas sobre o manejo de cocho não são algo novo. Henry e Morrison (1928) escreveram um capítulo chamado “O conselho no confinamento” que continha três pontos importantes sobre o manejo de cocho. De acordo com os autores, o primeiro ponto é que quanto mais consistente e regrada for a alimentação, melhor será o resultado. Para o segundo ponto, os autores citaram Mumford (1907), que afirma que assim que se inicia o confinamento os bovinos devem ser sempre alimentados em horários fixos e do mesmo modo, mantendo uma rotina diária de forma a evitar variações maiores de 15 minutos no fornecimento de ração, uma vez que bovinos de corte e leite são animais de hábitos diários e podem responder de forma negativa à mudanças na rotina. O terceiro ponto abordado pelos autores e também descrito por

Mumford (1907) relata que a superalimentação que ocorre muitas vezes por culpa dos tratadores, com o intuito de se aumentar o ganho de peso, pode trazer resultado contrário ao desejado, levando à uma queda na ingestão. O fornecimento de alimento deve ser feito de modo que não falte ração e não haja excesso de alimento no cocho no momento do trato seguinte. O terceiro ponto foi interpretado e definido por Pritchard e Burns (2003) como manejo de cocho limpo ou com pouca sobra.

O comportamento alimentar de bovinos pode ser acionado por sinais não biológicos, fazendo o animal aprender a vir para o cocho com o estímulo do vagão de fornecimento de ração e também responder com alterações no comportamento a partir de mudanças climáticas entre outras na rotina do animal. As respostas intuitivas a qual o animal se torna sensível interagem com os sinais passados pelo manejo de cocho adotado, resultando em respostas favoráveis ou desfavoráveis com a eficiência no ganho da baía (PRITCHARD; BURNS, 2003).

Fulton et al. (1979) observaram que animais tratados com milho quebrado ou trigo em diferentes níveis de concentrado apresentaram maior flutuação na ingestão para o tratamento que recebia o trigo e, conforme aumentava o nível de concentrado diminuía acentuadamente o tempo do animal no cocho, vindo a equilibrar o consumo a partir do momento em que os animais se recuperaram da acidose. Os autores atribuíram esse fato devido à maior disponibilidade do amido para o tratamento que utilizava o trigo e destacaram a importância em observar o consumo diário das baias e não somente o consumo médio, o que permite diagnosticar casos de distúrbios que não seriam evidentes apenas com o consumo médio do lote.

Para evitar prejuízos com relação aos custos da ração, deve-se atentar à formulação da dieta, de forma que permita que o animal expresse todo o potencial para ganho de peso. Da mesma forma, o manejo de cocho deve ser feito de maneira adequada, para evitar flutuações na ingestão de alimentos, que podem comprometer o desempenho do animal, além de causar prejuízos econômicos, devido ao desperdício de alimento.

Por meio desta revisão de literatura, pode-se entender o impacto da flutuação diária de ingestão de massa seca em bovinos confinados. Desta forma, o Capítulo II teve por objetivo estudar a influência de flutuações na ingestão de massa seca em parâmetros

de desempenho, características de carcaça, comportamento ingestivo e saúde ruminal de bovinos confinados em situações brasileiras.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne – ABIEC. **Exportações Brasileiras de Carne Bovina**. ABIEC. 2016. Disponível em <[http://www.abiec.com.br/download/Relatorio%20exportacao%202015\\_jan\\_dez.pdf](http://www.abiec.com.br/download/Relatorio%20exportacao%202015_jan_dez.pdf)> Acesso em: 25 mar. 2016.

Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne – ABIEC. **Balanco da Pecuária**. ABIEC. 2016. Disponível em <<http://www.abiec.com.br/img/Upl/balan%C3%A7o-100415.jpg>> Acesso em: 05 jan. 2016.

AGRICULTURAL AND FOOD RESERCH COUNSIL – AFRC. **Energy and protein requeriments of ruminants**. Wallingford: Comonwealth Agricultural Bureaux International, 1993. 159p.

ALBRIGHT, J. L. Nutrition and feeding calves: Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, New York, v.76, n.2, p.485-498, 1993.

ALMEIDA, R.; LANNA, D. P. D. Influence of breed on performance and dry matter intake by feedlot bull calves in Brazil. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, Suppl. 1. 2003.

ANUALPEC. **Anuário estatístico da pecuária de corte**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio Ltda., 2016.

ARTHUR, P. F.; ARCHER, J. A.; HERD. R. M. Feed intake and efficiency in beef cattle: Overview of recent Australian research and challenges for the future. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Clayton, v. 44, p. 361-369, 2004.

AZEVÊDO, J. A. G. et al. Predição de consumo de matéria seca por bovinos de corte em confinamento. In: Sebastião de Campos Valadares Filho; Pedro Veiga Rodrigues Paulino; Karla Alves Magalhães. (Org.). **Exigencias Nutricionais de Zebuinos Puros e Cruzados – BR-CORTE**. 2. ed. Viçosa: Suprema Gráfica LTDA, 2010, v. 2, p. 1-11.

BAILE, C. A.; FORBES, M. J. Control of feed intake and regulation of energy balance in ruminants. **Physiology**, Bethesda, v. 54, p. 160. 1974.

BARAJAS, R. et al. Influence of day-to-day fluctuations in feed intake on feedlot cattle growth-performance and digestive function. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, Lasani Town, v. 7, p. 816-821, 2008.

BERCHIELLI, T. T.; VEJA-GARCÍA, A.; OLIVEIRA, S. G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (2ª Ed.) **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2011. p. 415-438.

BLANCH, M., S. et al. Physiological changes in rumen fermentation during acidosis induction and its control using a multivalent polyclonal antibody preparation in heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 1722-1730, 2009.

BRENT, B. E. Relationship of acidosis to other feedlot ailments. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 43, p. 930-936, 1976.

BRINK, D.R.; LOWRY, S.R.; STOCK, R.A. et al. Severity of liver abscesses and efficiency of feed utilization of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 1201-1207, 1990.

BRITTON, R. A.; STOCK, R. A.. Acidosis, rate of starch digestion and intake. **Oklahoma Agricultural Experiment Station Research Report**. v. 121, p. 125-137, 1987.

BULLE, M. L. M. et al. Desempenho de tourinhos cruzados em dietas de alto teor de concentrado com bagaço de cana-de-açúcar como único volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, p. 444-450, 2002 (supl.).

BURGER, P. J. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p. 236-242, 2000.

CARVALHO, S. et al. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 562-568, 2006.

CHASE, L. J.; WANGSNESS, P. J.; BAUMGARDT, B. R. Feeding behaviour of stress fed a complete mixed ration. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 59, n. 11, p. 1923-1928. 1976.

COELHO, H. E. **Patologia geral veterinária**. Uberlândia: Impresso Gráfica e Editora, 1997. p. 94.

COOPER, R. J. et al. Effects of imposed feed intake variation on acidosis and performance of finishing steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 1093-1099, 1999.

COOPER, R., T.; KLOPFENSTEIN, R.; STOCK, C. Parrott, and D. Herold. Effects of feed intake variation on acidosis and performance of finishing steers. **Nebraska Beef Cattle Reports**. v. 69 p. 71-75. 1998.

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**, New York, v. 78, n. 1, p. 118-133, 1995.

DeHAAN, K.A.; VAN KOEVERING, M. T.; GIBSON, M. L. The effect of age, background, and gender on feed intake by feedlot cattle. Symposium: Intake by feedlot cattle. **Oklahoma Agricultural Experiment Station Annual Report**. p. 942:9-22, 1995.

DESWYSEN, A. G.; DUTILLEUL, P. A.; GODFRIN, J. P. Nycterohemeral eating and ruminating patterns in heifers fed grass or corn silage: analysis by finite fourier transform. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 10, p. 2739-2747, 1993.

DESWYSEN, A.G.; ELLIS, W.C.; POND, K.R. Interrelationships among voluntary intake, eating and ruminating behavior and ruminal motility of heifers fed corn silage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, p. 835-841, 1987.

DIRKSEN, G. Rumen function and disorders related to production disease. In: INTERNATIONAL CONFERENCE DIS. FARM ANIMAL, 7. 1989, New York. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1989. p. 350.

FAO. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. **O aumento populacional e os desafios da segurança alimentar**. FAO, 2009. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/apdsa.asp>> Acesso em: 19 ago. 2015.

FAVERDIN, P., BAREILLE, N. Lipostatic regulation of feed intake in ruminants. In: HEIDE, D. et al. (Eds.). Regulation of feed intake. **CAB International**, 1999. p. 82-102.

FERREIRA, F. A. **Efeito do processamento do concentrado sobre a seleção de dieta por bovinos**. 2003. 109 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária)–Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

FISCHER, V. et al. Comportamento ingestivo de ovinos recebendo dieta à base de feno durante um período de seis meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 1032-1038, 1997.

FORBES, J. M. A personal view of how ruminant animals control their intake and choice of food: minimal total discomfort. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge, 20, 132-146, 2007.

FOX, D. G.; SNIFFEN, C. J.; O’CORNNER, J. D. Adjusting nutrient of beef cattle for animal and environmental variations. **Journal of animal Science**, Champaign, v. 66, p. 1475-1495, 1998.

FRISCH, J. E.; VERCOE, J. E. Food intake, eating rate, weight gains, metabolic rate and efficiency of feed utilization in *Bos taurus* and *Bos indicus* crossbred cattle. **Animal Production**, Cambridge, v. 25, p. 343-358, 1977.

FULTON, W. R.; KLOPFENSTEIN T. J.; BRITTON, R. A. Adaptation to high concentrate diets by beef cattle. I. Adaptation to corn and wheat diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 49, p. 775–784, 1979.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D. E. Anatomia e fisiologia do trato gastrintestinal. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. 2. ed. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2011. p. 1-23.

GALLYEAN, M. L. Review: Restricted and programmed feeding of beef cattle – definitions, application, and research results. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 15, p. 1-6, 1999.

GALYEAN, M. L.; Eng, K. S. Application of research findings and summary of research needs: Bud Britton Memorial Symposium on Metabolic Disorders of Feedlot Cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 323–327, 1998.

GALYEAN, M. L., RIVERA, J. D. Nutritionally related disorders affecting feedlot cattle. Canadian, **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, p. 13-20, 2003.

GALYEAN, M. L. et al. Effects of varying the pattern of feed consumption on performance by programmed-fed steers. **Clayton Livestock Reserch Progress Report**. n. 78. 1992.

GOAD, D. W., GOAD, C. L., NAGARAJA, T. G. Ruminal microbial and fermentative changes associated with experimentally induced subacute acidosis in steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 234-241, 1998.

GONÇALVES, A. L. et al. Padrão nictemeral do pH ruminal e comportamento alimentar de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1886-1892, 2001.

GONZALES, L. A. et al. Effect of the number of concentrate feeding places per pen on performance, behavior, and welfare indicators of Friesian calves during the first month after arrival at the feedlot. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, p. 419-431, 2004.

HAHN, G. L. Environmental influences on feed intake and performance of feedlot cattle. In **Proceedings: Intake in Feedlot Cattle**, Stillwater, OK. Oklahoma Agricultural Experiment Station Stillwater, 1995. Disponível em: <[http://beefextension.com/proceedings/feed\\_intake95/feed\\_intake95\\_29.pdf](http://beefextension.com/proceedings/feed_intake95/feed_intake95_29.pdf)> Acesso em 25 ago. 2014.

HENRY, W. A.; MORRISON, F. B. Feeds and Feeding. **19th ed. The Henry Morrison Co.**, Ithaca, NY. p. 521–527, 1928.

HICKMAN, D. D. et al. Relationship between feeding behavior and performance of feedlot steers. *Journal of Animal Science*. Champaign, v. 80 (Suppl 1):15. 2002

HICKS, R.B. et al. Daily dry matter intake by feedlot cattle: Influence of breed and gender. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 245-253, 1990.

HILL, L. L. Body composition, normal electrolyte concentrations and the maintenance of normal volume, tonicity, and acid-base metabolism. **Pediatric Clinics of North America**, Maryland Heights, v. 37, p. 241, 1990.

HUNTINGTON, G.B. Acidosis. In: CHURCH, D. C. (Ed.). **Ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1988. p. 474.

JACKSON, J. A., HOPKINS, D. M., XIN, Z. Influence of cation-anion balance on feed intake, body weight gain, and humoral response of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 75, p. 1281, 1992.

LOVATTO, P. A. et al. Meta-análise em pesquisas científicas – enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, suplemento especial, p. 285-294, 2007.

MARIANI, T. M. **Suplementação de anticorpos policlonais ou monensina sódica sobre o comportamento ingestivo e desempenho de bovinos brangus e nelore confinado**. 2010. 90 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

MARQUES, J. A. O stress e a nutrição de bovinos. Maringá: **Imprensa universitária**, p. 42, 2000.

MARUTA, C. A.; ORTOLANI, E. L. Susceptibilidade de bovinos das raças Jersey e Gir à acidose láctica ruminal: I - variáveis ruminais e fecais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 55-59, 2002.

McALLISTER, T. A. et al. Metabolic consequences of feeding behavior and intake in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 112-113, 2002.

McMENIMAN, J. P.; DEFOOR, P. J.; GALYEAN, M. L. 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**, Champaign, v. 87, p. 1138-1146, 2009.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G. C. Jr. et al. (Eds.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy. 1994. p. 450-492.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 80, n. 7, p. 1463-1481, 1997.

MILLEN, D. D. **Anticorpos policlonais e monensina sódica na alimentação de bovinos jovens confinados com dietas de alto concentrado**. 2010. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

MILLEN, D. D. **Desempenho, avaliação ruminal e perfil metabólico sanguíneo de bovinos jovens confinados suplementados com monensina sódica ou anticorpos policlonais**. 2008. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

MISSIO, R. L. et al. Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento, alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 7, p. 1571-1578, 2010.

MUMFORD, H. W. Beef Production. **Lakeside Press**. R. R. Donnelley & Sons, Co. Chicago, IL. 1907.

NAGARAJA, T. G.; CHENGAPPA, M. M. Liver abscess in feedlot cattle: A review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 287-298, 1998.

NAGARAJA, T. G.; TITGEMEYER, E. C. Ruminal acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. **Journal Dairy of Science**, New York, v. 90, p. E17- E38, 2007.

NATIONAL RESERCH COUNCIL - NRC. Beef cattle. In: **Predicting Feed Intake of Food-Producing Animals**. Washington: National Academy Press, p. 56-74, 1987.

NATIONAL RESERCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of beef cattle**. 6.ed. Washington: National Academy Press, 1996. p. 234.

NATIONAL RESERCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of beef cattle**. 6.ed. Washington: National Academy Press, 2000.

NEAL, H.D.C.; THOMAS, C.; COBBY, J.M. Comparison of equations for predicting voluntary intake by dairy cows. **The Journal of Agriculture Science**, v. 103, p. 1-10, 1984.

NOCEK, J. E. Bovine acidosis: implications on laminitis. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 80, p. 1005-1028, 1997.

NOCEK, J. E.; HEALD, C. W.; POLAN, C. E. Influence of ration of physical form and nitrogen availability on ruminal morphology of growing bull calves. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 67, p. 334, 1984.

OWENS, F. N. et al. Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 275-286, 1998.

OLIVEIRA, C. A.; v, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 197 p. 64-75, 2014.

PAULINO, P. V. R. et al. Estratégias de adaptação de bovinos de corte às rações com teores elevados de concentrado. In: IV Congresso Latino Americano de Nutrição Animal – CLANA, 2010. **Anais...** Estância de São Pedro, p. 351-362, 2010.

PERKINS, T.L. The use of real time, linear array ultrasound techniques to predict final carcass composition in beef cattle. **Ames: Texas Tech University**, 1992.

PRITCHARD, R. H.; BURNS, K. W. Controlling variation in feed intake through bunk management. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 133-138, 2003.

RESTLE, J.; VAZ, F. N. Confinamento de bovinos definidos e cruzados. In: LOBATO, J. F. P.; BARCELLOS, J. O. J.; KESSLER, A. M. (Eds.) **Produção de bovinos de corte**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1999, p. 141-198.

RUSSELL, J. B., HINO, T. Regulation of lactate production in streptococcus bovis: a spiraling effect that contributes to rumen acidosis. **Journal Dairy Science**, New York, v. 68, p. 1712, 1985.

SANTANA NETO, J. A. et al. Distúrbios metabólicos em ruminantes – Uma revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, Fortaleza, v. 08, n. 4, p. 157-186, 2014.

SANTOS, J. E. P.; Distúrbios metabólicos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. 2. ed. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2011. p. 439-520.

SARTI, L. M. N. **Efeito da suplementação com anticorpos policlonais e/ou monensina sódica sobre a saúde ruminal de bovinos jovens confinados**. 2010. 103 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

SARTI, L. M. N. et al. Evaluation of feeding behavior of young cattle from different genetic groups fed with high concentrate diets with different NDF levels. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.85, p. 552-553, 2007.

SAUVANT, D.; SCHMIDELI, P.; DAUDIN, J. J. Les méta-analyses des données expérimentales: Applications en nutrition animale. **INRA Productions Animales**, Castanet-Tolosan, v. 8, n. 1, p. 63-73, 2005.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S. et al. Effect of feed delivery fluctuations and feeding time on ruminal acidosis, growth performance, and feeding behavior of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 3357-3365. 2004.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S. et al. Relationship between feeding behavior and performance of feedlot steers fed. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, p. 1180-1192, 2011.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S. et al. Effect of bunk management on feeding behavior, ruminal acidosis and performance of feedlot cattle: A review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 149-158, 2003.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S.; MOYA, D. Relationship between feeding behaviour, ruminal pH, performance and welfare in feedlot cattle. In: V Simposio internacional de nutrição de ruminantes - Perspectivas de interação econômico-ambiental na produção intensiva de carne. Botucatu, **Anais...** Botucatu, SP: Nutrir, 2015. p. 70-89.

SILVA, J. F. C. Mecanismos reguladores de consumo. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. 2. ed. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2011. p. 61-82.

SOTO-NAVARRO, S. A. et al. Influence of feed intake fluctuation and frequency of feeding on nutrient digestion, digesta kinetics, and ruminal fermentation profiles in limit-fed steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 2215-2222, 2000.

St. PIERRE, N. R. Invited Review: Integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 84, p. 741-755, 2001.

STEVENS, C. E. Fatty acid transport through the rumen epithelium. In: PHILLIPSON, A. T. (Ed.). **Physiology of digestion and metabolism in the ruminant**. Newcastle Upon Tyne: Oriel Press, 1970. p. 101-112.

STEWART, C. S. Factor`s affecting cellulolytic activity of rumen contents. **Applied and Environmental Microbiology**, Birmingham, v. 33, p. 497, 1977.

STOCK, R. A.; BRITTON, R. A. 1996. **Acidosis**. Lincoln: University of Nebraska, 1996. Neb Guide. Disponível: <http://ianrpubs.unl.edu/animaldisease/g1047.htm>. Acesso em: 10 de outubro de 2015.

SWENSON, M. J.; DUKES, G. **Fisiologia dos Animais Domésticos**. Rio de Janeiro. Ed.Guanabara Koogan S. A. 1988. p. 799.

THIAGO, L. R. L. et al. Studies of conserving grass herbage and frequency of feeding in cattle. **British Journal Nutrition**, Cambridge, v. 67(3), p. 339-336, 1992.

VALADARES FILHO, S. C. et al. Consumo de Matéria seca de Bovinos Nelore e Mestiços. In: Sebastião de Campos Valadares Filho; Pedro Veiga Rodrigues Paulino; Karla Alves Magalhães. (Org.). **Exigências Nutricionais de Zebuinos e Tabelas de Composição de Alimentos – BR-CORTE**. 1 ed. Viçosa: Suprema Gráfica LTDA, 2006, v. 1, p. 1-11.

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

VECHIATO, T. A. F. **Estudo retrospectivo e prospectivo de abscessos hepáticos em bovinos abatidos em um frigorífico paulista**. 2009. 103 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

WELCH, J. G.; HOOPER, A. P. Ingestion of feed and water. In: CHURCH, D. C. (Ed). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Reston, 1988, p.108-116.

WILLIAMS, A. G.; COLEMAN A. G. **The Rumen Protozoa**. New York: Springer-Verlag, 1992.

YANG, C. M. J.; VARGA, G. A. Effect of three concentrate feeding frequencies on rumen protozoa, rumen digesta kinetics, and milk yield in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 72, p. 950–957, 1989.

ZINN, R. A. Influence of fluctuation feed intake on feedlot cattle growth performance and digestive function. In: **Proc...** Southwest Nutr. and Manag. Conf., Univ. of Arizona, Tucson. 1994, p. 77–83.

## CAPÍTULO 2

O artigo a seguir está redigido conforme normas de publicação do *Journal of Animal Science*, exceto o idioma, posicionamento das tabelas e normas das referências.

**Estudo meta-analítico da flutuação de ingestão de massa seca no desempenho, comportamento ingestivo e saúde ruminal de bovinos confinados com dietas de alto concentrado**

**RESUMO**

O presente estudo teve o objetivo de avaliar o impacto da flutuação natural da ingestão de massa seca no desempenho, características de carcaça, comportamento ingestivo, perfil metabólico sanguíneo e aspectos morfofisiológicos ruminais de bovinos alimentados com dietas de alta inclusão de concentrado, por meio de estudo meta-analítico. Os experimentos contidos na meta-análise utilizaram animais com grupamento genético similar ao utilizado em confinamentos comerciais brasileiros. A meta-análise teve como base de dados os resultados de dez experimentos conduzidos no Confinamento Experimental da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, em Botucatu, entre os anos de 2006 e 2015. Os dados foram coletados a partir 838 bovinos, divididos em 238 baias, consideradas as unidades experimentais para o estudo. Os valores de flutuação de ingestão de massa seca na baia foram calculados pela diferença da ingestão de massa seca entre dois dias consecutivos e dividido pelo dia anterior para encontrar o valor em porcentagem. Com base na mediana geral de 5,62%, os animais foram divididos em dois grupos: alta e baixa flutuação de massa seca. As análises estatísticas foram feitas com auxílio do programa computacional R (versão 3.2.3). Utilizou-se um modelo de regressão linear misto para analisar os dados, no qual os experimentos e baias foram considerados como variáveis aleatórias e grupos de flutuação como variável fixa. Os grupos de baixa e alta flutuação apresentaram flutuação média de 4,79 e 6,47%, respectivamente. O grupo de baixa flutuação de ingestão de massa seca apresentou maior ingestão de massa seca em % do peso vivo ( $P < 0,01$ ), maior ganho de peso diário ( $P = 0,05$ ), maior ingestão de massa seca em kg ( $P = 0,06$ ), maior ganho de peso total ( $P = 0,08$ ), além de maior deposição em área de olho de lombo ( $P = 0,03$ ) e menor força de cisalhamento ( $P = 0,03$ ). Com relação ao comportamento ingestivo, o grupo de baixa flutuação de ingestão de massa seca apresentou maior taxa de eficiência da alimentação da massa seca, maior taxa da eficiência da ruminação da massa seca ( $P = 0,09$ ), maior tempo de ruminação ( $P = 0,04$ ) e menor tempo em ócio ( $P = 0,06$ ), além de menor número de idas ao bebedouro ( $P = 0,04$ ). Não foram observadas diferenças no perfil metabólico sanguíneo, incidência de rumenites e morfologia das papilas ruminais entre os dois grupos avaliados. Menor flutuação na ingestão de massa seca melhora o desempenho e ganho em musculatura de bovinos confinados.

**Palavras – chave:** Acidose, Nelore, Papila ruminal, Variação de ingestão.

**Meta-analytic study of the fluctuation of dry matter intake in performance, feeding behavior and rumen health of feedlot cattle fed with high concentrate diets**

**ABSTRACT**

This study aimed to evaluate the impact of natural dry matter intake fluctuation on performance, carcass characteristics, feeding behavior, blood metabolic profile and morphophysiological ruminal aspects of cattle fed with diets of high inclusion of concentrate. The experiments used for this meta-analysis used cattle with genetic group similar to used in Brazilian commercial feedlots. The meta-analysis was conducted using a database of results of ten experiments conducted in Experimental Feedlot of Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, UNESP, Botucatu, between the years 2006 and 2015. Data were collected from 838 bulls, divided into 238 pens, considered the experimental units for the study. The values of dry matter intake fluctuation were calculated by the difference in dry matter intake between consecutive days and divided by the previous day to find the value in percentage. Based on the overall median of 5.62% cattle were classified into two groups: high- or low-fluctuation. All data analysis was performed in R using a mixed model approach where pens and year were random variables and fluctuation group fixed. The low and high fluctuation groups presented a dry matter intake fluctuation average of 4.79% and 6.74%, respectively. Low fluctuation group showed higher dry matter intake as percent of body weight ( $P < 0.01$ ), higher average daily gain ( $P = 0.05$ ), higher dry matter intake in kg ( $P = 0.06$ ), greater total weight gain ( $P = 0.08$ ), as well as greater deposition in rib eye area ( $P = 0.03$ ), and lower shear force ( $P = 0.03$ ). In relation to feeding behavior, low dry matter intake variation group showed higher intake efficiency rate of dry matter, higher rumination ( $P = 0.04$ ) and less resting time ( $P = 0.06$ ), as well as fewer visits to the drinker ( $P = 0.04$ ). There were no differences in blood metabolic profile, incidence of rumenitis and morphology of rumen papillae between two groups. Low dry matter intake fluctuation improves feedlot cattle performance and gain muscle.

**Key words:** Acidosis, Nellore, Ruminant papillae, Variation intake.

## INTRODUÇÃO

Durante o período de terminação de bovinos de corte em confinamento, a alimentação representa mais de 70% do custo total de produção. Destes 70%, aproximadamente dois terços são representados pela fração de ingredientes concentrados da dieta (RESTLE & VAZ, 1999). Desta forma, ao melhorar a utilização e aproveitamento da ração pelo bovino, a rentabilidade da produção de carne torna-se mais interessante do ponto de vista econômico (LANCASTER et al., 2009). Portanto, deve-se minimizar qualquer custo desnecessário com a alimentação, assim como desperdícios.

O principal objetivo do manejo alimentar é modular o comportamento alimentar bovino e minimizar a flutuação diária de ingestão de alimentos, de forma a aumentar a ingestão total e, por consequência, obter melhores resultados no desempenho e eficiência de bovinos confinados (BAUER et al., 1995; GIBB et al., 1998; GALYEAN, 2003)

Em levantamento realizado por Millen et al. (2009), os autores relataram que 53,4% dos confinamentos brasileiros atendidos pelos nutricionistas entrevistados não controlavam a quantidade de alimento fornecido para cada baía, adotando o sistema de “bica corrida”, o que pode colaborar significativamente com o aumento da flutuação diária de ingestão de massa seca (IMS).

A ocorrência de flutuações de IMS pode comprometer o desempenho de bovinos confinados e causar acidose, além de aumentar os custos com ração. De acordo com estudo de Galyean et al. (1992), flutuações diárias de IMS de 10% ou mais em bovinos em confinamento proporcionaram ganho de peso 6% menor e aumento de 7% na conversão alimentar (CA), em relação a bovinos alimentados de maneira constante.

Schwartzkopf-Genswein et al. (2003) associaram a acidose subaguda à flutuação de IMS. A acidose é o distúrbio metabólico que mais causa quedas no desempenho e na eficiência de ganho e pode provocar outros problemas, como abscessos hepáticos e rumenites (OWENS et al., 1998). No Brasil, a acidose está em segundo lugar entre os maiores problemas de saúde que acometem bovinos em confinamento no Brasil (OLIVEIRA; MILLEN, 2014).

Desta forma, ao minimizar flutuações de IMS, pode-se melhorar o desempenho dos animais, diminuir a CA e minimizar custos com desperdício de alimento, além de evitar distúrbios metabólicos como a acidose, tornando a atividade mais lucrativa.

Assim sendo, o objetivo deste estudo foi avaliar por meio de meta-análise o desempenho, características de carcaça, comportamento ingestivo, perfil metabólico sanguíneo e aspectos morfofisiológicos ruminais de bovinos confinados alimentados com dietas com alta inclusão de concentrado divididos a partir da flutuação de IMS média das baias de dez experimentos realizados no Confinamento Experimental da FMVZ/UNESP, em Botucatu.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O estudo foi conduzido de acordo com as normas da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP – Universidade Estadual Paulista, campus de Botucatu (Protocolo nº 160/2014-CEUA).

### **Estudos utilizados na meta-análise**

Todos os estudos utilizados foram conduzidos na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP – Universidade Estadual Paulista, campus de Botucatu no Confinamento Experimental de bovinos de corte do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, entre os anos de 2006 e 2015 conforme descrito na Tabela 1. Foram avaliados a IMS, desempenho, características de carcaça, comportamento ingestivo, perfil metabólico sanguíneo e aspectos morfofisiológicos ruminais de bovinos de corte alimentados com dieta rica em concentrado durante o período de terminação. As dietas continham alta inclusão de concentrado e foram formuladas de acordo com as exigências do NRC (1996), esperando-se ganhos diários de 1,4 a 1,7 kg/animal/dia (Tabela 2).

**Tabela 1.** Número de baias, número de animais e grupo genéticos dos experimentos utilizados para o estudo meta-analítico.

| Ano   | nº de baias | nº de animais | Grupo genético              |
|-------|-------------|---------------|-----------------------------|
| 2006  | 21          | 72            | Tri-Cross, Canchim, Nelore* |
| 2007  | 24          | 96            | Brangus, Nelore**           |
| 2008  | 24          | 72            | Brangus                     |
| 2009  | 25          | 95            | Nelore                      |
| 2010  | 24          | 96            | Nelore                      |
| 2011  | 24          | 96            | Nelore                      |
| 2012  | 24          | 95            | Nelore                      |
| 2013  | 24          | 72            | Nelore                      |
| 2014  | 24          | 72            | Nelore                      |
| 2015  | 24          | 72            | Nelore                      |
| Total | 238         | 838           | --                          |

\*24 bovinos Tri-Cross ( $\frac{1}{2}$  Brangus,  $\frac{1}{4}$  Angus,  $\frac{1}{4}$  Nelore); 24 bovinos Canchim ( $\frac{5}{8}$  Charolais,  $\frac{3}{8}$  Nelore) e 24 bovinos Nelore. \*\*48 bovinos Brangus e 48 bovinos Nelore.

**Tabela 2.** Níveis nutricionais das dietas de terminação dos experimentos utilizados no estudo meta-analítico da flutuação de ingestão de massa seca.

| Ano                 | Níveis Nutricionais |                                   |                            |                     |                     |                      |                      |
|---------------------|---------------------|-----------------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
|                     | MS <sup>a</sup>     | NDT <sup>b</sup> , % <sup>c</sup> | ELg <sup>d</sup> , Mcal/kg | PB <sup>e</sup> , % | EE <sup>f</sup> , % | FDN <sup>g</sup> , % | CNF <sup>h</sup> , % |
| 2006                | 68                  | 80                                | 1,32                       | 13,0                | 4,6                 | 20,1                 | 61,0                 |
| 2007                | 71                  | 78                                | 1,24                       | 13,2                | 3,8                 | 20,4                 | 58,6                 |
| 2008                | 68                  | 80                                | 1,31                       | 13,8                | 3,6                 | 19,2                 | 61,0                 |
| 2009                | 71                  | 81                                | -- <sup>i</sup>            | 14,2                | 3,6                 | 18,8                 | --                   |
| 2010                | 75                  | 78                                | 1,22                       | 13,8                | 5,0                 | 23,7                 | 56,0                 |
| 2011                | 75                  | --                                | 1,22                       | 14,5                | 4,3                 | 36,1                 | --                   |
| 2012                | 74                  | 78                                | 1,23                       | 14,4                | --                  | 20,7                 | --                   |
| 2013                | 65                  | 81,2                              | 1,33                       | 14,5                | --                  | 24,3                 | 62,0                 |
| 2014                | 68                  | 75                                | --                         | 15,6                | --                  | 24,5                 | --                   |
| 2015                | 75                  | 79                                | 1,28                       | 14,0                | 3,6                 | 22,9                 | 59,7                 |
| Médias <sup>j</sup> | 71 ± 3,7            | 77,2 ± 5,2                        | 1,27 ± 0,05                | 14,1 ± 0,7          | 4,1 ± 0,57          | 23,1 ± 5,0           | 59,7 ± 2,1           |

<sup>a</sup> Matéria seca; <sup>b</sup> Nutrientes Digestíveis Totais; <sup>c</sup> Porcentagem da Matéria seca; <sup>d</sup> Energia Líquida Disponível para Ganho; <sup>e</sup> Proteína Bruta; <sup>f</sup> Extrato Etéreo; <sup>g</sup> Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; <sup>h</sup> Carboidrato Não Fibroso; <sup>i</sup> Dados não Reportados; <sup>j</sup> Médias e Desvio Padrão.

### Flutuação na Ingestão de Massa Seca

Flutuações diárias de IMS foram calculadas para cada baía durante todo o período de confinamento para todos os experimentos, utilizando metodologia proposta por Bevans et al. (2005), que foi obtida por meio da equação:

$$\text{Flutuação de IMS} = \frac{|IMS_D - IMS_{DA}|}{IMS_{DA}} \times 100$$

em que: IMS = Ingestão de massa seca (kg); IMS<sub>D</sub> = Ingestão de massa seca do dia (kg); IMS<sub>DA</sub> = Ingestão de massa seca do dia anterior (kg).

As flutuações de IMS foram calculadas diariamente para cada baia durante todo o período de confinamento, desconsiderando apenas as flutuações calculadas no dia anterior às pesagens, no dia da pesagem e nos dois dias subsequentes, em todos os experimentos e em todas as pesagens as quais os animais foram submetidos, com o objetivo de eliminar as flutuações decorrentes do estresse causado pelo manejo. Foi obtido um valor médio de flutuação de IMS da baia.

Os animais foram divididos em dois grupos: alta e baixa flutuação de IMS, de acordo com a flutuação de IMS mediana, a qual foi 5,62%, originando o grupo de alta flutuação de IMS as baias que tiveram valores médios acima da mediana e o grupo de baixa flutuação de IMS as baias com médias abaixo da mediana.

### **Manejo, Arraçoamento e Desempenho**

Em todos os experimentos realizados, os animais foram submetidos às dietas *ad libitum* a partir do período de adaptação. Todos os animais receberam o mesmo tipo de alojamento e manejo. Os animais foram mantidos em baias de piso de concreto de fácil limpeza com uma lotação de três ou quatro animais por baia (8,9 ou 6,7 m<sup>2</sup> por animal e 1,66 ou 1,25 m de cocho por animal, respectivamente).

As dietas utilizadas foram formuladas segundo o NRC (1996) e avaliadas pelo software LRNS – Large Ruminant Nutrition Systems, esperando-se ganhos de peso diários de 1,4 a 1,7 kg/animal/dia. As dietas dos experimentos compilados continham entre 79 e 86% de concentrado com 75 a 82% de nutrientes digestíveis totais (NDT), 1,22 a 1,35 Mcal/kg de massa seca (MS) de energia líquida de ganho, 13 a 14,5% de proteína bruta (PB), 18,8 a 36,1% de Fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e 14 a 16% de FDN fisicamente efetiva.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, entre as 8 e 9 h e entre as 15 e 16 h, com fornecimento de água constante nos bebedouros em todos os experimentos. Antes do início dos experimentos, os animais foram vacinados e vermifugados, e

submetidos a um período de pré-adaptação de 7 a 15 dias com o objetivo de uniformizar a população ruminal dos animais.

A IMS foi medida para cada baía por meio da pesagem do alimento fornecido diariamente. Foi realizada também a pesagem da sobra todos os dias antes do trato da manhã, fazendo-se, posteriormente, a média de consumo por animal. A matéria seca da dieta total também foi mensurada todos os dias para se obter o consumo diário em quilos de MS. A determinação da MS foi feita em forno de micro-ondas de acordo com a metodologia adaptada de Souza et al. (2002). Os dados de IMS foram expressos em kg e em porcentagem do peso vivo (IMSPV).

Os animais foram pesados a cada 28 dias em todos os experimentos para monitorar o desempenho e para ajustar as porcentagens dos ingredientes da dieta, quando necessário. Para as mensurações inicial e final, os animais foram submetidos a jejum de sólidos por 14 a 16 horas antes da pesagem. Dessa forma, ao final de cada experimento foi calculado o ganho de peso diário (GPD) dos animais utilizando-se os dados obtidos nas pesagens inicial e final. Aliado a isso, foi calculada a CA de todas as baias, resultado da divisão da IMS total pelo ganho de peso vivo total (GPT) durante o experimento, assim como a eficiência alimentar (EA), que foi calculada a partir da divisão do GPT pela IMS total.

Todos os animais foram abatidos ao final dos experimentos em frigoríficos comerciais, atendendo a espessura de gordura sobre o músculo *Longissimus dorsi* de no mínimo quatro milímetros.

### **Características de Carcaça**

No início e ao final dos experimentos de 2006 a 2009, 2014 e 2015, foram analisadas por meio de ultrassom: a área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) de todos os animais, sendo essas medidas feitas entre a região da 12° e 13° costelas. Em 2014 e 2015, marmoreio (MARM) e espessura de gordura subcutânea na picanha (EGP8) foram mensurados no início e final do experimento. O MARM foi analisado em todos os animais na região da 12° e 13° costelas, transversalmente ao músculo *Longissimus dorsi* e a EGP8 na intersecção dos músculos *Gluteus medius* e *Biceps femoris*. O ganho diário de cada mensuração foi calculado através da diferença entre medição final e inicial dividida pelos dias em

confinamento. Somente o parâmetro MARM não teve o ganho diário calculado, devido ao valor inicial e final ser mensurado em %.

Para as mensurações realizadas de 2006 a 2009, foi utilizado para coleta de dados o ultrassom veterinário “PIE MEDICAL – Scanner 200”, com sonda “Sector Curved Array Scanner”, modelo 51B04UM02 e óleo vegetal como acoplante acústico. As medidas foram tomadas logo após a captação das imagens. Para as mensurações de 2014 e 2015 utilizou-se o aparelho ALOKA 500V com sonda de 17,2 cm/3,50 mgHz com o uso de óleo vegetal como acoplante acústico e as imagens foram interpretadas e armazenadas em Laboratório Centralizado de Imagens da Designer Genes Technologies Brasil, utilizando o software BIA PRO PLUS por técnicos certificados pela Ultrasound Guidelines Council.

O rendimento de carcaça (RC) em todos os experimentos foram calculados a partir do peso da carcaça quente (PCQ) dividido pelo PVF dos animais em jejum. A gordura visceral foi estabelecida pelo peso da gordura presente nos rins e pelve. A partir disto foi calculada a porcentagem da gordura visceral a partir do peso da gordura visceral dividido pelo PQC.

A força de cisalhamento foi obtida de amostras com média 2,54 cm de espessura do músculo *Longissimus dorsi* desprovidas de osso, obtidas a partir da 12<sup>a</sup> costela das meias carcaças esquerdas dos animais, conforme recomendado pela *American Meat Science Association* (AMSA, 1995). Após o processamento, foram retirados 6 a 8 cilindros (1,27 cm de diâmetro) de cada amostra, no sentido paralelo das fibras. Os cilindros foram cisalhados utilizando equipamento *Warner - Bratzler shear force* para determinação da força de cisalhamento. A força de cisalhamento de cada amostra foi considerada como a média das 6 a 8 repetições.

### **Avaliação do Comportamento Ingestivo**

A avaliação do comportamento ingestivo foi realizada nos experimentos de 2007, 2010 a 2015 durante a fase de terminação. Para avaliação do comportamento ingestivo dos animais, foram realizadas observações durante 24 horas, a cada cinco minutos por observadores treinados, para determinação do tempo dispendido no cocho (TC), ócio (TO) e ruminação (TR), expressos em minutos conforme descrito por Johnson e Combs (1991), números de refeições e idas ao bebedouro. Apenas em 2010 a

observação foi feita com o uso de um sistema de monitoramento por câmeras de vídeo composto por computador Desktop com 8 Tb de HD, 2 Gb de memória Ram, duas placas de Vídeo Geovision 800 e 24 câmeras Tec Voz Day and Night. Foi utilizada uma câmera por baia, totalizando 24 câmeras ligadas pelo período de 24 horas durante o período de terminação.

Para calcular o tempo médio por refeição (TMREF), utilizou-se o TC dividido pelo número de idas ao cocho no dia da observação, expresso em minutos. O consumo de MS por refeição (CMSREF) foi calculado utilizando a IMS no dia da observação (IMSDIA) dividida pelo número de refeições no dia da observação, expresso em quilos.

Para o cálculo da taxa de eficiência de ruminação da MS (ERMS) utilizou-se o TR dividido pela IMSDIA e da taxa de eficiência de alimentação da MS (EAMS) utilizou-se o TC dividido pela IMSDIA, ambos expressos em minutos por quilo de MS.

Nos anos de 2007, 2013 e 2015 foram realizadas as coletas e análise bromatológica da dieta e da sobra de cada baia no dia da observação para determinar a quantidade de MS e FDN. Os dados de IMS e FDN no dia da observação foram utilizados para encontrar a ingestão de FDN no dia da observação (IFDN), a taxa de eficiência de alimentação do FDN (EAFDN) expressa em minutos por quilo de FDN consumido e a taxa de eficiência da ruminação do FDN (ERFDN) obtido pelo TR dividido pela IFDN (Carvalho et al., 2006).

### **Perfil metabólico sanguíneo**

Para a mensuração do perfil metabólico sanguíneo foram utilizados os dados de coleta realizados durante a fase de terminação dos experimentos realizados em 2006 a 2008, 2011, 2012, 2014 e 2015. O sangue foi coletado da veia jugular dos animais no intervalo de duas a três horas após o trato da manhã seguindo a metodologia proposta por Brossard et al. (2003), em seringas de 2 mililitros com anticoagulante Heparina sódica. A temperatura retal foi aferida para o cálculo dos parâmetros pelo equipamento de análise.

Para os experimentos de 2006 a 2008, 2011 e 2012 utilizou-se equipamento de análise de pH e perfil metabólico sanguíneo (BAYER Rapid Lab 865; Siemens Healthcare Diagnostics Inc., Deerfield, IL) e o sangue foi processado e analisado em até duas horas após a coleta. Para os experimentos de 2014 e 2015, utilizou-se o analisador

portátil i-STAT<sup>®</sup> 1 (Abbott I-Stat Point of Care), no qual inseria-se o cartucho i-STAT CG4+<sup>®</sup> com o sangue logo após a coleta. Os resultados eram obtidos após cerca de 4 minutos e todas as amostras foram processadas em até duas horas após a coleta de sangue. Foram determinados os seguintes parâmetros sanguíneos: pH, pressão parcial de CO<sub>2</sub> (pCO<sub>2</sub>), total de CO<sub>2</sub> (TCO<sub>2</sub>), bicarbonato (BICARB), excesso de bases no sangue (BEB) e excesso de bases no fluido extracelular (BEECF).

### **Índice de Rumenites**

Em todos os experimentos, avaliações do índice de rumenites foram feitas após abate. Os animais tiveram seus rumens lavados e examinados independentemente por dois profissionais treinados para este fim. O escore final do rúmen foi a média das duas avaliações. O epitélio ruminal foi classificado conforme a incidência de lesões (rumenite e hiperparaqueratose) e outras anormalidades seguindo a metodologia de Bigham e McMamus (1975), com base numa escala de 0 a 10 pontos, na qual 0 significa ausência completa de lesões e 10, lesões ulcerativas por todo o rúmen.

### **Morfologia das papilas ruminais**

A avaliação de morfologia das papilas ruminais foram realizadas nos experimentos de 2008 a 2012, 2014 e 2015. Para avaliação da morfologia das papilas ruminais, foram retiradas amostras de cerca de 3 cm<sup>2</sup> do saco cranial do rúmen e armazenadas em álcool 70%. As variáveis morfológicas macroscópicas avaliadas foram: número médio de papilas por cm<sup>2</sup> de parede (NMP), área média das papilas (AREA), área total de superfície absorptiva por cm<sup>2</sup> de parede (SABS) e representatividade das papilas na área de superfície absorptiva em % (PRABS).

O NMP foi mensurado por três avaliadores cada amostra e a média das contagens foi considerada o dado final. A AREA foi mensurada por meio de imagens digitalizadas das papilas e da superfície parietal dos fragmentos pelo programa de análise de imagens UTHSCSA Image Tool (RESENDE JÚNIOR et al., 2006). Em cada fragmento foi mensurada a área da face parietal e a área de doze papilas seccionadas aleatoriamente na base. A SABS foi calculada pela seguinte fórmula:

$$SABS, cm^2 = 1 + (NMP \times AREA) - (NMP \times 0,002)$$

Em que o número 1 representa o fragmento de 1 cm<sup>2</sup> coletado, e o 0,002 é a área basal estimada de cada papila ruminal (Daniel et al., 2006). A PRABS foi calculada através da seguinte fórmula:

$$PRABS, \% = \frac{NMP \times AREA}{SABS} \times 100$$

### **Delineamento Experimental e Análise Estatística**

Os animais foram divididos em dois grupos de acordo com a flutuação de IMS mediana de 5,62%. O grupo de baixa flutuação de IMS foi caracterizado com média de 4,79%; e o de alta flutuação de IMS: 6,74%.

O programa computacional R versão 3.2.3 (R Core Team, 2015) foi utilizado para fazer todas as manipulações dos dados e análises estatísticas. Os pacotes utilizados para analisar os dados foram: lme4 (Bates et al., 2015) e lmerTest (Kuznetsova et al., 2015). Modelo linear misto foi utilizado para analisar todos os dados: experimento (ou ano) e baias foram consideradas como variáveis aleatórias e grupo de flutuação de IMS como variável fixa. O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + a_j + b_k + e_{ijk}$$

Em que:

$Y_{ijk}$ : a variável dependente observada no grupo  $i$ -ésimo do experimento  $j$ -ésimo e baia  $k$ -ésima.

$\mu$ : média geral;

$G_i$ : efeito fixo de grupo de flutuação, ( $i$ : alto ou baixo);

$a_j$ : efeito aleatório de ano ( $j$ : 2006 a 2015);

$b_k$ : efeito aleatório de baia ( $k$ : 1 a 25);

$e_{ijk}$  = erro aleatório associado a observação  $Y_{ijk}$

Foram considerados significativos valores de  $P \leq 0,10$  e tendências com valores de  $P$  entre 0,10 e 0,15.

## RESULTADOS

### Desempenho

Na tabela 3 estão descritos os números de baias, valores médios, desvio padrão, mínimos e máximos dos dados de desempenho de todos os experimentos. Na tabela 4 estão apresentados os valores médios de desempenho dos experimentos utilizados na meta-análise do ano de 2006 até 2015. Nos anos de 2006 a 2009 o PVI foi menor, pois os animais utilizados eram jovens, com aproximadamente 15 meses de idade e, portanto, mais leves. Nos anos de 2010 a 2015 o PVI foi maior devido ao uso de animais mais velhos, com média de 20 meses de idade. Para o PVF os animais apresentaram diferenças entre os anos devido ao critério utilizado para determinar o ponto de abate, que foi após os bovinos atingirem no mínimo 4 mm de EGS, atendendo a um peso mínimo para abate.

**Tabela 3.** Número de baias, médias, desvio padrão e valores mínimo e máximo dos dados de desempenho de bovinos confinados em dez experimentos utilizados no estudo meta-analítico.

| Item                        | n <sup>o</sup> de baias | Média | DP <sup>g</sup> | Mínimo | Máximo |
|-----------------------------|-------------------------|-------|-----------------|--------|--------|
| PV <sup>a</sup> Inicial, kg | 233                     | 343,6 | 44,15           | 233,3  | 452,1  |
| PV Final, kg                | 233                     | 484,2 | 45,16           | 351,5  | 598,7  |
| GPD <sup>b</sup> , kg       | 233                     | 1,445 | 0,230           | 0,902  | 2,050  |
| GPT <sup>c</sup> , kg       | 233                     | 141,1 | 23,8            | 87,4   | 215,8  |
| IMS <sup>d</sup> , kg       | 238                     | 9,16  | 1,26            | 5,55   | 12,76  |
| IMS, % do PV                | 233                     | 2,22  | 0,17            | 1,76   | 2,71   |
| CA <sup>e</sup> , kg/kg     | 233                     | 6,46  | 0,76            | 4,97   | 9,87   |
| EA <sup>f</sup> , kg/kg     | 233                     | 0,158 | 0,017           | 0,116  | 0,202  |
| Flutuação de IMS, %         | 238                     | 5,76  | 1,73            | 2,12   | 14,78  |

<sup>a</sup> Peso Vivo Inicial; <sup>b</sup> Ganho de Peso Diário; <sup>c</sup> Ganho de Peso Total; <sup>d</sup> Ingestão de Massa seca; <sup>e</sup> Conversão Alimentar; <sup>f</sup> Eficiência Alimentar; <sup>g</sup> Desvio Padrão.

**Tabela 4.** Descrição das médias, desvio padrão e número de baias relacionado as variáveis de desempenho do banco de dados dos dez experimentos utilizados no estudo meta-analítico.

| Item                        | 2006           | 2007           | 2008           | 2009           | 2010           | 2011           | 2012           | 2013           | 2014           | 2015           |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| n <sup>o</sup> de baias     | 21             | 24             | 24             | 25             | 24             | 24             | 24             | 24             | 24             | 24             |
| PV <sup>a</sup> Inicial, kg | 307,01 ± 32,81 | 281,94 ± 31,56 | 293,41 ± 6,36  | 323,02 ± 3,12  | 377,25 ± 20,76 | 361,30 ± 30,18 | 352,03 ± 19,61 | 347,54 ± 21,77 | 391,10 ± 31,54 | 388,08 ± 30,33 |
| PV Final, kg                | 451,45 ± 40,06 | 423,76 ± 48,00 | 467,24 ± 17,28 | 457,23 ± 17,34 | 502,25 ± 24,28 | 505,84 ± 37,25 | 468,06 ± 26,23 | 514,47 ± 22,48 | 519,10 ± 41,14 | 520,74 ± 40,78 |
| GPD <sup>b</sup> , kg       | 1,328 ± 0,261  | 1,266 ± 0,163  | 1,610 ± 0,144  | 1,198 ± 0,146  | 1,488 ± 0,096  | 1,721 ± 0,188  | 1,381 ± 0,141  | 1,497 ± 0,206  | 1,455 ± 0,187  | 1,474 ± 0,225  |
| GPT <sup>c</sup> , kg       | 144,44 ± 12,33 | 146,94 ± 19,03 | 173,83 ± 15,56 | 134,21 ± 16,34 | 125,00 ± 8,10  | 144,54 ± 15,76 | 116,03 ± 11,88 | 166,93 ± 23,09 | 128,01 ± 16,43 | 132,66 ± 20,27 |
| IMS <sup>d</sup> , kg       | 8,21 ± 1,03    | 7,33 ± 1,04    | 9,12 ± 0,55    | 8,32 ± 0,44    | 10,47 ± 0,56   | 10,68 ± 0,97   | 8,99 ± 0,72    | 9,55 ± 0,52    | 9,79 ± 1,03    | 9,03 ± 0,92    |
| IMS, % do PV                | 2,17 ± 0,11    | 2,06 ± 0,10    | 2,40 ± 0,09    | 2,10 ± 0,07    | 2,38 ± 0,07    | 2,46 ± 0,13    | 2,19 ± 0,10    | 2,22 ± 0,06    | 2,15 ± 0,12    | 2,02 ± 0,13    |
| CA <sup>e</sup> , kg/kg     | 6,31 ± 0,58    | 5,78 ± 0,36    | 5,69 ± 0,31    | 7,43 ± 0,90    | 7,06 ± 0,40    | 6,24 ± 0,49    | 6,53 ± 0,38    | 6,47 ± 0,70    | 6,78 ± 0,66    | 6,17 ± 0,63    |
| EA <sup>f</sup> , kg/kg     | 0,160 ± 0,014  | 0,176 ± 0,011  | 0,176 ± 0,009  | 0,146 ± 0,014  | 0,142 ± 0,008  | 0,161 ± 0,012  | 0,154 ± 0,009  | 0,156 ± 0,018  | 0,149 ± 0,014  | 0,164 ± 0,016  |
| Flutuação IMS, %            | 6,24 ± 0,85    | 3,72 ± 1,14    | 7,02 ± 0,54    | 5,26 ± 0,64    | 7,06 ± 0,40    | 6,24 ± 0,49    | 6,53 ± 0,38    | 6,47 ± 0,70    | 6,78 ± 0,66    | 6,17 ± 1,35    |

<sup>a</sup> Peso Vivo Inicial; <sup>b</sup> Ganho de Peso Diário; <sup>c</sup> Ganho de Peso Total; <sup>d</sup> Ingestão de Massa seca; <sup>e</sup> Conversão Alimentar; <sup>f</sup> Eficiência Alimentar.

Na tabela 5, pode-se observar os dados referentes ao desempenho relacionados aos grupos de baixa e alta flutuação de IMS. Não se observou diferenças significativas ( $P > 0,46$ ) para PVI e PVF com relação ao efeito da alta ou baixa flutuação de IMS. Para a IMSPV foi observado diferença significativa ( $P < 0,01$ ) assim como para IMS ( $P = 0,06$ ) para maior consumo do grupo de baixa flutuação de IMS em relação ao grupo de alta flutuação de IMS.

**Tabela 5.** Efeitos da flutuação de ingestão de massa seca no desempenho de bovinos confinados em dez experimentos utilizados no estudo.

| Item                        | Flutuação |        | EPM <sup>g</sup> | Valor de <i>P</i> |
|-----------------------------|-----------|--------|------------------|-------------------|
|                             | Baixa     | Alta   |                  |                   |
| PV <sup>a</sup> Inicial, kg | 337,9     | 338,2  | 4,42             | 0,93              |
| PV Final, kg                | 479,5     | 475,2  | 5,73             | 0,46              |
| GPD <sup>b</sup> , kg/d     | 1,45      | 1,39   | 0,03             | 0,05              |
| GPT <sup>c</sup> , kg       | 142,27    | 137,29 | 2,79             | 0,08              |
| IMS <sup>d</sup> , kg       | 9,16      | 8,89   | 0,14             | 0,06              |
| IMS, % do PV                | 2,24      | 2,19   | 0,02             | <0,01             |
| CA <sup>e</sup> , kg/kg     | 6,35      | 6,47   | 0,16             | 0,21              |
| EA <sup>f</sup> , kg/kg     | 0,159     | 0,157  | 0,004            | 0,26              |
| Flutuação de IMS            | 4,79      | 6,74   | 0,16             | <0,01             |

<sup>a</sup> Peso Vivo Inicial; <sup>b</sup> Ganho de Peso Diário; <sup>c</sup> Ganho de Peso Total; <sup>d</sup> Ingestão de Massa seca; <sup>e</sup> Conversão Alimentar; <sup>f</sup> Eficiência Alimentar; <sup>g</sup> Erro Padrão Médio.

Para GPD foi encontrada diferença significativa ( $P = 0,05$ ), tendo o grupo de baixa flutuação apresentado maior ganho de peso, com média de 60 g/dia a mais em comparação ao grupo de alta flutuação; e no GPT a diferença encontrada ( $P = 0,08$ ) confirma o maior ganho do grupo de baixa flutuação sem apresentar diferenças para a CA e EA entre os grupos de baixa e alta flutuação de IMS ( $P \geq 0,21$ ).

### Características de Carcaça

Na tabela 6 estão descritos os valores de número de baias, médias, desvio padrão, mínimos e máximos dos dados sobre características de carcaça de todos os experimentos utilizados no estudo.

**Tabela 6.** Número de baias, médias, desvio padrão e valores mínimo e máximo dos dados de características de carcaça de bovinos confinados em dez experimentos utilizados no estudo meta-analítico.

| Item                                      | n <sup>o</sup> de baias | Média | DP <sup>h</sup> | Mínimo | Máximo |
|-------------------------------------------|-------------------------|-------|-----------------|--------|--------|
| PCQ <sup>a</sup> , kg                     | 230                     | 264,6 | 26,42           | 188,1  | 333,3  |
| RC <sup>b</sup> , %                       | 230                     | 54,65 | 2,42            | 49,94  | 68,27  |
| GVISC <sup>c</sup> , kg                   | 182                     | 4,86  | 1,93            | 1,45   | 11,93  |
| GVISC, %                                  | 182                     | 1,82  | 0,64            | 0,63   | 3,84   |
| AOL <sup>d</sup> Inicial, cm <sup>2</sup> | 137                     | 53,91 | 7,24            | 29,17  | 67,95  |
| AOL Final, cm <sup>2</sup>                | 137                     | 70,59 | 8,06            | 38,74  | 92,65  |
| Ganho de AOL, cm <sup>2</sup> /dia        | 137                     | 0,17  | 0,06            | 0,04   | 0,40   |
| EGS <sup>e</sup> Inicial, mm              | 137                     | 2,00  | 0,39            | 1,11   | 3,04   |
| EGS Final, mm                             | 137                     | 4,43  | 0,92            | 2,59   | 7,95   |
| Ganho de EGS, mm/dia                      | 137                     | 0,026 | 0,009           | 0,006  | 0,062  |
| MARM <sup>f</sup> Inicial, %              | 48                      | 1,50  | 0,41            | 0,63   | 2,58   |
| MARM Final, %                             | 48                      | 2,58  | 0,55            | 1,97   | 5,72   |
| EGP8 <sup>g</sup> Inicial, mm             | 48                      | 2,80  | 0,30            | 2,28   | 3,61   |
| EGP8 Final, mm                            | 48                      | 5,74  | 1,04            | 3,61   | 8,72   |
| Ganho de EGP8, mm/dia                     | 48                      | 2,93  | 1,01            | 0,37   | 5,27   |
| Força de cisalhamento, kg                 | 64                      | 5,36  | 2,01            | 2,55   | 10,05  |

<sup>a</sup> Peso de Carcaça Quente; <sup>b</sup> Rendimento de Carcaça; <sup>c</sup> Gordura Visceral Total; <sup>d</sup> Gordura Visceral em Porcentagem; <sup>e</sup> Espessura de Gordura Subcutânea; <sup>f</sup> Marmoreio; <sup>g</sup> Espessura de Gordura da Picanha; <sup>h</sup> Desvio Padrão.

Na tabela 7 estão apresentados os valores médios e desvio padrão de características de carcaça dos experimentos utilizados na meta-análise do ano de 2006 até o ano de 2015. O PCQ foi menor quando os PVI e PVF foram menores, conforme consta na tabela 4. Os dados de RC foram muito parecidos em todos os anos, com desvio padrão pequeno em cada ano. Em relação aos dados de ultrassom, pode-se observar que a AOL inicial foi menor quando os animais apresentaram um menor PVI e a EGS final foi acima de 4 mm em todos os experimentos, sendo o mínimo exigido pelos frigoríficos comerciais no Brasil.

**Tabela 7.** Descrição das médias, desvio padrão e número de baias relacionados as características de carcaça do banco de dados dos dez experimentos utilizados no estudo meta-analítico.

| Item                                      | 2006           | 2007           | 2008            | 2009           | 2010           | 2011           | 2012           | 2013           | 2014           | 2015           |
|-------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| n <sup>o</sup> de baias                   | 21             | 24             | 24              | 25             | 24             | 24             | 24             | 24             | 24             | 24             |
| PCQ <sup>a</sup> , kg                     | 243,21 ± 19,39 | 226,54 ± 25,38 | 244,33 ± 11,03  | 257,07 ± 10,77 | 282,24 ± 15,94 | 286,27 ± 14,95 | 259,57 ± 14,06 | 286,37 ± 14,30 | 282,91 ± 23,88 | 271,38 ± 22,33 |
| RC <sup>b</sup> , %                       | 53,94 ± 1,52   | 52,83 ± 0,65   | 52,25 ± 0,92    | 56,32 ± 2,03   | 56,49 ± 1,05   | 56,87 ± 4,00   | 55,09 ± 0,63   | 55,91 ± 1,06   | 54,50 ± 1,37   | 52,10 ± 0,95   |
| GIVISC <sup>c</sup> , kg                  | 5,27 ± 0,59    | 3,68 ± 1,09    | -- <sup>i</sup> | 4,28 ± 0,64    | 5,21 ± 0,53    | 4,99 ± 0,64    | 2,51 ± 0,64    | --             | 8,80 ± 1,37    | 4,22 ± 0,51    |
| GIVISC, %                                 | 2,17 ± 0,25    | 1,61 ± 0,41    | --              | 1,66 ± 0,23    | 1,85 ± 0,21    | 1,76 ± 0,23    | 0,96 ± 0,22    | --             | 3,10 ± 0,31    | 1,56 ± 0,20    |
| AOL <sup>d</sup> Inicial, cm <sup>2</sup> | 55,24 ± 6,15   | 48,88 ± 6,21   | 45,53 ± 5,85    | 54,24 ± 2,96   | --             | --             | --             | --             | 60,85 ± 3,20   | 58,59 ± 4,56   |
| AOL Final, cm <sup>2</sup>                | 73,33 ± 7,62   | 67,81 ± 6,61   | 71,48 ± 4,70    | 60,33 ± 5,56   | --             | --             | --             | --             | 75,69 ± 4,77   | 75,75 ± 6,39   |
| AOL Ganho, cm <sup>2</sup> /dia           | 0,166 ± 0,042  | 0,169 ± 0,024  | 0,238 ± 0,058   | 0,106 ± 0,045  | --             | --             | --             | --             | 0,161 ± 0,038  | 0,191 ± 0,052  |
| EGS <sup>e</sup> Inicial, mm              | 2,28 ± 0,41    | 2,28 ± 0,34    | 1,62 ± 0,30     | 1,96 ± 0,41    | --             | --             | --             | --             | 2,08 ± 0,23    | 1,83 ± 0,16    |
| EGS Final, mm                             | 4,32 ± 0,69    | 4,83 ± 0,64    | 5,52 ± 0,94     | 4,02 ± 0,62    | --             | --             | --             | --             | 3,87 ± 0,74    | 4,06 ± 0,64    |
| EGS Ganho, mm/dia                         | 0,018 ± 0,005  | 0,023 ± 0,005  | 0,036 ± 0,009   | 0,032 ± 0,007  | --             | --             | --             | --             | 0,019 ± 0,007  | 0,025 ± 0,007  |
| MARM <sup>f</sup> Inicial, %              | --             | --             | --              | --             | --             | --             | --             | --             | 1,666 ± 0,405  | 1,324 ± 0,355  |
| MARM Final, %                             | --             | --             | --              | --             | --             | --             | --             | --             | 2,618 ± 0,723  | 2,550 ± 0,314  |
| EGP8 <sup>g</sup> Inicial, mm             | --             | --             | --              | --             | --             | --             | --             | --             | 2,973 ± 0,301  | 2,636 ± 0,169  |
| EGP8 Final, mm                            | --             | --             | --              | --             | --             | --             | --             | --             | 5,877 ± 1,181  | 5,602 ± 0,873  |
| EGP8 Ganho, mm                            | --             | --             | --              | --             | --             | --             | --             | --             | 2,904 ± 1,161  | 2,966 ± 0,865  |
| FC <sup>h</sup>                           | 3,48 ± 0,43    | --             | --              | --             | --             | --             | --             | 4,63 ± 0,58    | --             | 7,66 ± 1,56    |

<sup>a</sup> Peso de Carcaça Quente; <sup>b</sup> Rendimento de Carcaça; <sup>c</sup> Gordura Visceral Total; <sup>e</sup> Gordura Visceral em Porcentagem; <sup>d</sup> Área de Olho de Lombo; <sup>e</sup> Espessura de Gordura Subcutânea; <sup>f</sup> Marmoreio; <sup>g</sup> Espessura de Gordura da Picanha; <sup>h</sup> Força de Cisalhamento; <sup>i</sup> Dados não Coletados.

Na tabela 8 podem-se observar os dados referentes às características de carcaça dos animais, divididos em grupos de baixa e alta flutuação de IMS. Não se observou diferenças significativas ( $P > 0,66$ ) para PCQ, RC e gordura visceral. Para os dados de ultrassom não houve diferenças significativas ( $P > 0,21$ ) para AOL inicial e AOL final, porém para ganho de AOL observou-se maior ganho ( $P = 0,03$ ) para o grupo de baixa flutuação de IMS. Da mesma forma, animais do grupo de baixa flutuação de IMS apresentaram maior EGS inicial ( $P = 0,07$ ); porém não se observou diferença significativa ( $P > 0,15$ ) para EGS final e para ganho de EGS, assim como para MARM inicial, MARM final, EGP8 inicial, EGP8 final e ganho em EGP8. Para a força de cisalhamento observou-se diferenças significativas ( $P = 0,03$ ), tendo o grupo de baixa flutuação de IMS apresentado menores valores de força de cisalhamento em relação ao grupo de alta flutuação de IMS.

**Tabela 8.** Efeitos da flutuação de ingestão de massa seca nas características de carcaça de bovinos confinados em dez experimentos utilizados no estudo.

| Item                                      | Flutuação |        | EPM <sup>h</sup> | Valor de <i>P</i> |
|-------------------------------------------|-----------|--------|------------------|-------------------|
|                                           | Baixa     | Alta   |                  |                   |
| PCQ <sup>a</sup> , kg                     | 262,04    | 261,05 | 3,12             | 0,75              |
| RC <sup>b</sup> , %                       | 54,81     | 54,68  | 0,3              | 0,66              |
| GVISC <sup>c</sup> , kg                   | 4,81      | 4,82   | 0,16             | 0,94              |
| GVISC, %                                  | 1,83      | 1,83   | 0,05             | 0,92              |
| AOL <sup>d</sup> Inicial, cm <sup>2</sup> | 52,67     | 53,38  | 1,16             | 0,54              |
| AOL Final, cm <sup>2</sup>                | 71,09     | 69,31  | 1,41             | 0,21              |
| Ganho de AOL, cm <sup>2</sup> /dia        | 0,186     | 0,163  | 0,01             | 0,03              |
| EGS <sup>e</sup> Inicial, mm              | 2,07      | 1,93   | 0,07             | 0,07              |
| EGS Final, mm                             | 4,55      | 4,31   | 0,17             | 0,17              |
| Ganho de EGS, mm/dia                      | 0,027     | 0,025  | 0,001            | 0,23              |
| MARM <sup>f</sup> Inicial, %              | 1,72      | 1,51   | 0,14             | 0,15              |
| MARM Final, %                             | 2,53      | 2,63   | 0,21             | 0,66              |
| EGP8 <sup>g</sup> Inicial, mm             | 2,94      | 2,8    | 0,09             | 0,18              |
| EGP8 Final, mm                            | 5,46      | 5,87   | 0,43             | 0,34              |
| Ganho de EGP8, mm/dia                     | 2,48      | 3,08   | 0,42             | 0,16              |
| Força de cisalhamento, kg                 | 4,71      | 5,41   | 0,32             | 0,03              |

<sup>a</sup> Peso de Carcaça Quente; <sup>b</sup> Rendimento de Carcaça; <sup>c</sup> Gordura Visceral Total; <sup>e</sup> Gordura Visceral em Porcentagem; <sup>d</sup> Área de Olho de Lombo; <sup>e</sup> Espessura de Gordura Subcutânea; <sup>f</sup> Marmoreio; <sup>g</sup> Espessura de Gordura da Picanha; <sup>h</sup> Erro Padrão médio.

### Comportamento Ingestivo

Na tabela 9 estão descritos os números de baias, valores médios, desvio padrão, mínimos e máximos dos dados de comportamento ingestivo de todos os experimentos utilizados no estudo.

**Tabela 9.** Número de baias, médias, desvio padrão e valores mínimo e máximo dos dados de comportamento ingestivo de bovinos confinados em dez experimentos utilizados no estudo meta-analítico.

| Item                         | n <sup>o</sup> de baias | Médias | DP <sup>n</sup> | Mínimo | Máximo  |
|------------------------------|-------------------------|--------|-----------------|--------|---------|
| EAMS <sup>a</sup> , min/kg   | 156                     | 22,52  | 5,70            | 10,56  | 42,36   |
| EAFDN <sup>b</sup> , min/kg  | 63                      | 80,21  | 27,01           | 42,35  | 172,80  |
| ERMS <sup>c</sup> , min/kg   | 156                     | 36,84  | 8,41            | 19,70  | 64,20   |
| ERFDN <sup>d</sup> , min/kg  | 63                      | 148,60 | 44,09           | 73,84  | 290,50  |
| TR <sup>e</sup> , min        | 157                     | 333,20 | 55,62           | 185,00 | 497,20  |
| TO <sup>f</sup> , min        | 157                     | 903,60 | 72,23           | 631,40 | 1082,00 |
| TC <sup>g</sup> , min        | 157                     | 203,30 | 40,86           | 91,67  | 311,40  |
| IB <sup>h</sup> , num/dia    | 157                     | 7,19   | 2,20            | 2,33   | 15,00   |
| IMSDIA <sup>i</sup> , kg/dia | 156                     | 9,29   | 1,57            | 5,18   | 12,59   |
| IFDN <sup>j</sup> , kg/dia   | 63                      | 2,31   | 0,55            | 1,06   | 3,50    |
| COCHO <sup>k</sup> , num/dia | 157                     | 20,84  | 8,27            | 9,33   | 49,75   |
| TMREF <sup>l</sup> , min     | 157                     | 11,83  | 4,40            | 3,95   | 24,15   |
| IMSREF <sup>m</sup> , kg     | 156                     | 0,51   | 0,19            | 0,20   | 1,05    |

<sup>a</sup> Taxa de Eficiência Alimentar da Massa seca; <sup>b</sup> Taxa de Eficiência Alimentar do FDN; <sup>c</sup> Taxa de Eficiência de Ruminação da Massa seca; <sup>d</sup> Taxa de Eficiência de Ruminação do FDN; <sup>e</sup> Tempo de Ruminação; <sup>f</sup> Tempo em Ócio; <sup>g</sup> Tempo no Cocho; <sup>h</sup> Idas ao Bebedouro; <sup>i</sup> Ingestão de Massa seca no Dia da Observação; <sup>j</sup> Ingestão de FDN no dia da observação; <sup>k</sup> Idas ao Cocho; <sup>l</sup> Tempo Médio por Refeição; <sup>m</sup> Ingestão de Massa seca média por Refeição; <sup>n</sup> Desvio Padrão.

Na tabela 10 estão apresentados os valores médios e desvio padrão do comportamento ingestivo dos projetos utilizados na meta-análise do ano de 2006 até o ano de 2015. Pode-se observar que nos anos de 2006, 2008 e 2009 não foi avaliado o comportamento ingestivo nos experimentos e que os dados de EAFDN, ERFDN e IFDN foram coletados apenas nos anos de 2007, 2013 e 2015.

**Tabela 10.** Descrição das médias, desvio padrão e número de baias relacionado ao comportamento ingestivo do banco de dados dos dez experimentos utilizados no estudo meta-analítico.

| Item                         | 2006            | 2007           | 2008 | 2009 | 2010           | 2011           | 2012           | 2013           | 2014           | 2015           |
|------------------------------|-----------------|----------------|------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| n <sup>o</sup> de baias      | 21              | 24             | 24   | 25   | 24             | 24             | 24             | 24             | 24             | 24             |
| EAMS <sup>a</sup> , min/kg   | -- <sup>n</sup> | 22,32 ± 5,73   | --   | --   | 20,76 ± 2,99   | 24,94 ± 4,44   | 28,64 ± 5,27   | 16,74 ± 2,88   | 23,30 ± 5,03   | 20,58 ± 4,74   |
| EAFDN <sup>b</sup> , min/kg  | --              | 109,43 ± 28,06 | --   | --   | --             | --             | --             | 60,70 ± 12,31  | --             | 80,24 ± 18     |
| ERMS <sup>c</sup> , min/kg   | --              | 41,26 ± 7,81   | --   | --   | 37,53 ± 4,91   | 36,56 ± 6,71   | 44,53 ± 7,69   | 40,07 ± 6,45   | 29,88 ± 6,66   | 29,31 ± 5,34   |
| ERFDN <sup>d</sup> , min/kg  | --              | 203,29 ± 37,02 | --   | --   | --             | --             | --             | 144,84 ± 25,49 | --             | 114,57 ± 21,54 |
| TR <sup>e</sup> , min        | --              | 314,88 ± 41,22 | --   | --   | 383,87 ± 45,08 | 335,96 ± 50,65 | 333,10 ± 40,06 | 364,17 ± 50,69 | 310,07 ± 50,23 | 290,49 ± 52,87 |
| TO <sup>f</sup> , min        | --              | 963,50 ± 48,76 | --   | --   | 844,31 ± 52,29 | 874,06 ± 77,82 | 890,18 ± 55,13 | 922,92 ± 61,67 | 890,69 ± 63,74 | 952,36 ± 68,17 |
| TC <sup>g</sup> , min        | --              | 166,69 ± 16,99 | --   | --   | 211,82 ± 24,12 | 229,98 ± 37,88 | 213,45 ± 21,75 | 152,92 ± 27,03 | 239,17 ± 29,37 | 198,13 ± 35,53 |
| IB <sup>h</sup> , num/dia    | --              | 4,40 ± 1,41    | --   | --   | 7,19 ± 1,60    | 8,37 ± 1,60    | 6,89 ± 1,44    | 7,74 ± 2,41    | 8,67 ± 2,18    | 6,13 ± 1,80    |
| IMSDIA <sup>i</sup> , kg/dia | --              | 7,78 ± 1,53    | --   | --   | 10,30 ± 1,03   | 9,29 ± 0,95    | 7,62 ± 1,17    | 9,17 ± 0,94    | 10,61 ± 1,26   | 9,94 ± 1,35    |
| IFDN <sup>j</sup> , kg/dia   | --              | 1,59 ± 0,31    | --   | --   | --             | --             | --             | 2,55 ± 0,35    | --             | 2,55 ± 0,41    |
| COCHO <sup>k</sup> , num/dia | --              | 16,18 ± 1,59   | --   | --   | 30,95 ± 6,41   | 32,53 ± 7,21,  | 19,97 ± 2,84   | 14,76 ± 1,90   | 16,10 ± 3,09   | 15,13 ± 2,27   |
| TMREF <sup>l</sup> , min     | --              | 10,36 ± 1,17   | --   | --   | 7,12 ± 1,62    | 7,31 ± 1,63    | 17,42 ± 2,43   | 10,56 ± 2,35   | 15,49 ± 3,16   | 13,48 ± 3,13   |
| IMSREF <sup>m</sup> , kg     | --              | 0,48 ± 0,09    | --   | --   | 0,34 ± 0,07    | 0,30 ± 0,07    | 0,39 ± 0,09    | 0,63 ± 0,12    | 0,70 ± 0,14    | 0,67 ± 0,14    |

<sup>a</sup> Taxa de Eficiência Alimentar da Massa seca; <sup>b</sup> Taxa de Eficiência Alimentar do FDN; <sup>c</sup> Taxa de Eficiência de Ruminação da Massa seca; <sup>d</sup> Taxa de Eficiência de Ruminação do FDN; <sup>e</sup> Tempo de Ruminação; <sup>f</sup> Tempo em Ócio; <sup>g</sup> Tempo no Cocho; <sup>h</sup> Idas ao Bebedouro; <sup>i</sup> Ingestão de Massa seca no Dia da Observação; <sup>j</sup> Ingestão de FDN no dia da observação; <sup>k</sup> Idas ao Cocho; <sup>l</sup> Tempo Médio por Refeição; <sup>m</sup> Ingestão de Massa seca média por Refeição; <sup>n</sup> Dados não Coletados.

Na tabela 11 podem-se observar os dados referentes ao comportamento ingestivo quando as baias foram divididas em grupos de baixa e alta flutuação de IMS. Com relação a EAMS e ERMS houve diferença na taxa de consumo e ruminação ( $P = 0,09$ ), tendo o grupo de baixa flutuação apresentado maior tempo tanto para ingerir quanto para ruminar por quilo de MS. Não se observou diferença significativa ( $P > 0,20$ ) para EAFDN, ERFDN, TC, IMSDIA, IFDN, TMREF e CMSREF entre os dois grupos de flutuação de IMS. Para os valores de TR foi encontrada diferença significativa ( $P = 0,04$ ) mostrando maior TR para o grupo de baixa flutuação de IMS. Para idas ao bebedouro também se observou diferença significativa ( $P = 0,04$ ), tendo o grupo de alta flutuação de IMS apresentado maior número de idas ao bebedouro. Foi encontrada também diferença ( $P = 0,06$ ) para TO, sendo que os animais de alta flutuação de IMS tiveram maior TO.

**Tabela 11.** Efeitos da flutuação de ingestão de massa seca no comportamento ingestivo de bovinos confinados em dez experimentos utilizados no estudo.

| Item                         | Flutuação |        | EPM <sup>n</sup> | Valor de <i>P</i> |
|------------------------------|-----------|--------|------------------|-------------------|
|                              | Baixa     | Alta   |                  |                   |
| EAMS <sup>a</sup> , min/kg   | 23,71     | 22,05  | 0,99             | 0,09              |
| EAFDN <sup>b</sup> , min/kg  | 84,79     | 87,23  | 6,92             | 0,73              |
| ERMS <sup>c</sup> , min/kg   | 38,57     | 36,18  | 1,39             | 0,09              |
| ERFDN <sup>d</sup> , min/kg  | 153,37    | 160,42 | 9,22             | 0,45              |
| TR <sup>e</sup> , min        | 341,90    | 322,00 | 9,71             | 0,04              |
| TO <sup>f</sup> , min        | 892,90    | 917,40 | 12,88            | 0,06              |
| TC <sup>g</sup> , min        | 206,30    | 199,30 | 6,24             | 0,27              |
| IB <sup>h</sup> , num/dia    | 6,58      | 7,41   | 0,39             | 0,04              |
| IMSDIA <sup>i</sup> , kg/dia | 9,12      | 9,17   | 0,24             | 0,84              |
| IFDN <sup>j</sup> , kg/dia   | 2,29      | 2,13   | 0,12             | 0,20              |
| COCHO <sup>k</sup> , num/dia | 20,80     | 20,98  | 0,93             | 0,84              |
| TMREF <sup>l</sup> , min     | 12,00     | 11,52  | 0,51             | 0,35              |
| IMSREF <sup>m</sup> , kg     | 0,50      | 0,49   | 0,01             | 0,86              |

<sup>a</sup> Taxa de Eficiência Alimentar da Massa seca; <sup>b</sup> Taxa de Eficiência Alimentar do FDN; <sup>c</sup> Taxa de Eficiência de Ruminação da Massa seca; <sup>d</sup> Taxa de Eficiência de Ruminação do FDN; <sup>e</sup> Tempo de Ruminação; <sup>f</sup> Tempo em Ócio; <sup>g</sup> Tempo no Cocho; <sup>h</sup> Idas ao Bebedouro; <sup>i</sup> Ingestão de Massa seca no Dia da Observação; <sup>j</sup> Ingestão de FDN; <sup>k</sup> Idas ao Cocho; <sup>l</sup> Tempo Médio por Refeição; <sup>m</sup> Ingestão de Massa seca média por Refeição; <sup>n</sup> Erro Padrão Médio.

### Perfil Metabólico Sanguíneo

Os dados gerais descritivos com os números de baias, valores médios, desvio padrão, mínimos e máximos referentes ao perfil metabólico sanguíneo utilizados na meta-análise encontram-se na Tabela 12. Os dados médios de perfil metabólico sanguíneo de cada ano de estudo encontram-se na tabela 13. Os dados de perfil metabólico sanguíneo não foram coletados nos anos de 2009, 2010 e 2013.

**Tabela 12.** Número de baias, médias, desvio padrão e valores mínimo e máximo dos dados de perfil metabólico sanguíneo de bovinos confinados em dez experimentos utilizados no estudo meta-analítico.

| Item                                   | n <sup>o</sup> de baias | Médias | DP <sup>f</sup> | Mínimo | Máximo |
|----------------------------------------|-------------------------|--------|-----------------|--------|--------|
| pH sanguíneo                           | 158                     | 7,39   | 0,06            | 7,10   | 7,50   |
| pCO <sub>2</sub> <sup>a</sup> , mmHg   | 158                     | 42,80  | 5,13            | 33,15  | 69,70  |
| BICARB <sup>b</sup> , mmol/L           | 158                     | 25,21  | 2,64            | 15,95  | 31,75  |
| BEB <sup>c</sup> , mmol/L              | 158                     | 0,13   | 3,09            | -12,10 | 5,85   |
| BEECF <sup>d</sup> , mmol/L            | 158                     | 0,37   | 3,20            | -10,50 | 7,15   |
| TCO <sub>2</sub> <sup>e</sup> , mmol/L | 158                     | 25,92  | 2,69            | 17,00  | 33,30  |

<sup>a</sup> Pressão de CO<sub>2</sub>; <sup>b</sup> Bicarbonato no Sangue; <sup>c</sup> Excesso de Bases no Sangue; <sup>d</sup> Excesso de Bases no Flúido Extra Celular; <sup>e</sup> Total de CO<sub>2</sub>; <sup>f</sup> Desvio Padrão.

**Tabela 13.** Descrição das médias, desvio padrão e número de baias relacionado ao perfil metabólico do banco de dados dos dez experimentos utilizados no estudo meta-analítico.

| Item                                   | 2006         | 2007         | 2008         | 2009            | 2010 | 2011         | 2012         | 2013 | 2014         | 2015         |
|----------------------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|------|--------------|--------------|------|--------------|--------------|
| n de baias                             | 21           | 24           | 24           | 25              | 24   | 24           | 24           | 24   | 24           | 24           |
| pH, sanguíneo                          | 7,40 ± 0,03  | 7,41 ± 0,02  | 7,42 ± 0,04  | -- <sup>f</sup> | --   | 7,38 ± 0,04  | 7,39 ± 0,07  | --   | 7,34 ± 0,08  | 7,37 ± 0,04  |
| pCO <sub>2</sub> <sup>a</sup> , mmHg   | 40,45 ± 3,05 | 42,45 ± 2,14 | 40,07 ± 2,30 | --              | --   | 43,97 ± 5,45 | 45,48 ± 6,01 | --   | 45,11 ± 7,90 | 41,64 ± 3,62 |
| BICARB <sup>b</sup> , mmol/L           | 24,67 ± 1,78 | 26,45 ± 1,65 | 25,71 ± 2,28 | --              | --   | 25,29 ± 3,52 | 26,53 ± 1,99 | --   | 23,75 ± 2,48 | 23,85 ± 2,79 |
| BEB <sup>c</sup> , mmol/L              | -0,02 ± 1,97 | 1,58 ± 1,73  | 1,26 ± 2,54  | --              | --   | -0,14 ± 3,40 | 1,59 ± 2,72  | --   | -2,26 ± 3,66 | -1,2 ± 2,99  |
| BEECF <sup>d</sup> , mmol/L            | -0,07 ± 2,16 | 1,85 ± 1,93  | 1,29 ± 2,80  | --              | --   | 0,12 ± 3,93  | 1,89 ± 2,52  | --   | -1,68 ± 3,33 | -1,00 ± 3,39 |
| TCO <sub>2</sub> <sup>e</sup> , mmol/L | 25,88 ± 1,82 | 27,75 ± 1,69 | 26,93 ± 2,32 | --              | --   | 26,63 ± 3,64 | 24,43 ± 1,68 | --   | 24,95 ± 2,48 | 24,90 ± 2,86 |

<sup>a</sup> Pressão de CO<sub>2</sub>; <sup>b</sup> Bicarbonato no Sangue; <sup>c</sup> Excesso de Bases no Sangue; <sup>d</sup> Excesso de Bases no Flúido Extra Celular; <sup>e</sup> Total de CO<sub>2</sub>; <sup>f</sup> Dados não Coletados.

Na tabela 14 estão apresentados os dados referentes ao perfil metabólico sanguíneo quando as baias foram divididas em grupos de baixa e alta flutuação de IMS. Não foram observadas diferenças significativas ( $P > 0,48$ ) para nenhum dos valores analisados dentro dos grupos de flutuação de IMS estudados para o perfil metabólico sanguíneo.

**Tabela 14.** Efeitos da flutuação de ingestão de massa seca no perfil metabólico sanguíneo de bovinos confinados em dez experimentos utilizados no estudo.

| Item                                   | Flutuação |       | EPM  | Valor de <i>P</i> |
|----------------------------------------|-----------|-------|------|-------------------|
|                                        | Baixa     | Alta  |      |                   |
| pH, sanguíneo                          | 7,38      | 7,38  | 0,01 | 0,86              |
| pCO <sub>2</sub> <sup>a</sup> , mmHg   | 43,15     | 42,55 | 1,04 | 0,57              |
| BICARB <sup>b</sup> , mmol/L           | 25,1      | 24,78 | 0,52 | 0,53              |
| BEB <sup>c</sup> , mmol/L              | -0,039    | 0,4   | 0,63 | 0,57              |
| BEECF <sup>d</sup> , mmol/L            | 0,185     | -0,14 | 0,63 | 0,61              |
| TCO <sub>2</sub> <sup>e</sup> , mmol/L | 25,89     | 25,52 | 0,53 | 0,48              |

<sup>a</sup> Pressão de CO<sub>2</sub>; <sup>b</sup> Bicarbonato no Sangue; <sup>c</sup> Excesso de Bases no Sangue; <sup>d</sup> Excesso de Bases no Fluido Extra Celular; <sup>e</sup> Total de CO<sub>2</sub>; <sup>f</sup> Erro Padrão Médio.

### **Incidência de Rumenites e Morfologia das Papilas Ruminais**

Na tabela 15 estão descritos os números de baias, valores médios, desvio padrão, mínimos e máximos dos dados de índice de rumenite e variáveis morfológicas do epitélio ruminal de todos os experimentos utilizados no estudo. Os dados médios de cada ano de estudo encontram-se na tabela 16. Os dados de índice de rumenite foram coletados em todos os experimentos utilizados, já os dados de morfologia das papilas ruminais não foram coletados nos anos de 2006, 2007 e 2013.

**Tabela 15.** Número de baias, médias, desvio padrão e valores mínimo e máximo dos dados de rumenite e variáveis morfológicas das papilas ruminais de bovinos confinados em dez experimentos utilizados no estudo meta-analítico.

| Item                                 | nº de baias | Média | DP <sup>f</sup> | Mínimo | Máximo |
|--------------------------------------|-------------|-------|-----------------|--------|--------|
| RUM <sup>a</sup>                     | 229         | 1,39  | 1,25            | 0,00   | 8,75   |
| SABS <sup>b</sup> , cm <sup>2</sup>  | 165         | 30,03 | 11,40           | 7,36   | 64,25  |
| NMP <sup>c</sup> , n/cm <sup>2</sup> | 165         | 53,64 | 14,20           | 8,69   | 103,20 |
| AREA <sup>d</sup> , cm <sup>2</sup>  | 165         | 0,55  | 0,16            | 0,28   | 1,05   |
| PRABS <sup>e</sup> , %               | 165         | 96,26 | 1,70            | 86,64  | 98,57  |

<sup>a</sup> Escore de Rumenite; <sup>b</sup> Área Total de Superfície Absortiva; <sup>c</sup> Número Médio de Papilas; <sup>d</sup> Área Média das Papilas; <sup>e</sup> Representatividade das Papilas na Área de Superfície Absortiva; <sup>f</sup> Desvio Padrão.

**Tabela 16.** Descrição das médias, desvio padrão e número de baias relacionado a índice de rumenite e variáveis morfológicas do epitélio ruminal do banco de dados de dez experimentos utilizados no estudo meta-analítico.

| Item                                 | 2006            | 2007        | 2008          | 2009          | 2010         | 2011          | 2012         | 2013        | 2014          | 2015          |
|--------------------------------------|-----------------|-------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|-------------|---------------|---------------|
| nº de baias                          | 21              | 24          | 24            | 25            | 24           | 24            | 24           | 24          | 24            | 24            |
| RUM <sup>a</sup>                     | 2,61 ± 1,98     | 1,89 ± 1,87 | 0,40 ± 0,48   | 1,47 ± 0,72   | 0,71 ± 0,40  | 0,99 ± 0,87   | 0,57 ± 0,27  | 2,74 ± 0,93 | 1,71 ± 0,68   | 1,08 ± 0,66   |
| SABS <sup>b</sup> , cm <sup>2</sup>  | -- <sup>f</sup> | --          | 22,19 ± 7,18  | 20,74 ± 8,23  | 23,64 ± 4,95 | 32,57 ± 7,14  | 25,00 ± 2,39 | --          | 46,39 ± 9,76  | 38,89 ± 6,93  |
| NMP <sup>c</sup> , n/cm <sup>2</sup> | --              | --          | 46,64 ± 14,99 | 52,27 ± 18,20 | 47,34 ± 8,11 | 53,48 ± 10,99 | 46,99 ± 2,98 | --          | 61,99 ± 12,56 | 65,98 ± 13,05 |
| AREA <sup>d</sup> , cm <sup>2</sup>  | --              | --          | 0,47 ± 0,13   | 0,39 ± 0,12   | 0,49 ± 0,07  | 0,62 ± 0,12   | 0,52 ± 0,07  | --          | 0,76 ± 0,16   | 0,62 ± 0,12   |
| PRABS <sup>e</sup> , %               | --              | --          | 95,19 ± 2,62  | 94,65 ± 1,83  | 95,71 ± 0,88 | 96,64 ± 0,85  | 96,26 ± 0,34 | --          | 97,75 ± 0,52  | 97,59 ± 0,42  |

<sup>a</sup> Escore de Rumenite; <sup>b</sup> Área Total de Superfície Absortiva; <sup>c</sup> Número Médio de Papilas; <sup>d</sup> Área Média das Papilas; <sup>e</sup> Representatividade das Papilas na Área de Superfície Absortiva; <sup>f</sup> Dados não Coletados.

Na tabela 17 pode-se observar que não houve diferença significativa ( $P > 0,19$ ) para índice de rumenite. Com relação às variáveis de morfologia das papilas ruminais foi observada tendência apenas para NMP ( $P = 0,14$ ), que foi maior para o grupo de baixa flutuação de IMS.

**Tabela 17.** Efeitos da flutuação de ingestão de massa seca no índice de rumenite e variáveis morfológicas do epitélio ruminal de bovinos confinados em dez experimentos utilizados no estudo.

| Item                                 | Flutuação |       | EPM <sup>f</sup> | Valor de <i>P</i> |
|--------------------------------------|-----------|-------|------------------|-------------------|
|                                      | Baixa     | Alta  |                  |                   |
| RUM <sup>a</sup>                     | 1,35      | 1,59  | 0,18             | 0,19              |
| SABS <sup>b</sup> , cm <sup>2</sup>  | 30,7      | 29,61 | 1,59             | 0,49              |
| ANP <sup>c</sup> , n/cm <sup>2</sup> | 56,02     | 52,17 | 2,59             | 0,14              |
| AAP <sup>d</sup> , cm <sup>2</sup>   | 0,545     | 0,558 | 0,03             | 0,62              |
| RPABS <sup>e</sup> , %               | 96,42     | 96,16 | 0,27             | 0,35              |

<sup>a</sup> Escore de Rumenite; <sup>b</sup> Área Total de Superfície Absortiva; <sup>c</sup> Número Médio de Papilas; <sup>d</sup> Área Média das Papilas; <sup>e</sup> Representatividade das Papilas na Área de Superfície Absortiva; <sup>f</sup> Erro Padrão Médio.

## DISCUSSÃO

Bovinos de baixa flutuação de IMS demoraram mais tempo para consumir um quilo de MS e este fato pode ter proporcionado melhor ambiente ruminal para fermentação, o que pode ter contribuído para a maior IMS (9,16 vs. 8,89 kg) e conseqüentemente maior GPD (1,45 vs. 1,39 kg/d) observados. Tais resultados proporcionaram maior ganho diário de AOL sem alterar a deposição de gordura sobre os músculos mensurados, atribuindo aos animais maior ganho em musculatura. Segundo Mertens (1994), 60 a 90% do desempenho está relacionado ao consumo de MS e 10 a 40% estão relacionados com a digestibilidade da dieta.

A EAMS mais lenta gerou maior TR e conseqüentemente menor eficiência para ruminação de um quilo de MS para o grupo de baixa flutuação de IMS e, conseqüentemente, menor TO devido ao maior tempo despendido na alimentação e na ruminação com menor número de idas ao bebedouro. Entretanto, menor número de idas ao bebedouro não significa que os animais ingeriram menos água, já que não foi mensurada a quantidade de água ingerida. Desta forma, acredita-se que o grupo de alta flutuação de IMS procurou mais vezes o bebedouro ao longo do dia em relação ao grupo de baixa flutuação de IMS. Apesar do consumo de água estar diretamente ligado à IMS (NRC, 1996), o maior número de idas ao bebedouro foi relatado no grupo de

menor IMS (alta flutuação de IMS), o que demonstra que os animais do grupo de baixa flutuação de IMS estavam ruminalmente mais estáveis. De acordo com Owens et al. (1998), a ingestão de água pode servir para diluir o conteúdo ruminal em situações de acidose, diminuindo desta forma o acúmulo de ácidos.

Mesmo em animais com alta flutuação de IMS, não houve presença significativa de lesões ruminais, o que por consequência não afetou negativamente os parâmetros sanguíneos mensurados, assim como os parâmetros de morfologia do epitélio ruminal não apresentaram alterações entre os grupos de baixa e alta flutuação de IMS. Esse fato pode ser atribuído ao baixo índice de flutuação encontrado nos experimentos utilizados para este estudo, mesmo para o grupo de alta flutuação de IMS. De acordo com Schwartzkopf-Genswein et al. (2003), as flutuações diárias acima de 10% podem ocasionar em distúrbios alimentares e distúrbios metabólicos, ao contrário dos resultados encontrados no presente estudo, em que flutuações médias de IMS de 6,74% (Tabela 5) para o grupo de maior flutuação não foram suficientes para afetar os parâmetros sanguíneos e ruminais. De acordo com Britton e Stock (1987), animais que passaram por alta flutuação de IMS podem sofrer algum distúrbio metabólico e por consequência reduzir a IMS. Cooper et al. (1999) avaliaram o consumo de MS em dois experimentos consecutivos. No primeiro, os autores relataram inverso do que se observou no presente estudo em relação à IMS, tendo os animais apresentado consumo maior para o grupo de alta flutuação de IMS. No segundo experimento não houve diferença na IMS entre o controle e o grupo de fornecimento flutuante. Esse resultado pode ser atribuído ao fato de que no estudo de Cooper et al. (1999) a flutuação no fornecimento foi imposta aos animais, diferente do presente estudo, que avaliou a flutuação natural dos bovinos confinados.

Segundo Cooper et al. (1998), a flutuação de IMS é um parâmetro que vem sendo utilizado para estudar a acidose subaguda em bovinos de corte, com base na premissa de que este distúrbio ruminal pode ocasionar flutuações de IMS. A acidose subaguda pode resultar também em queda na IMS, como uma tentativa do animal de contornar este distúrbio. Tais conceitos podem ser comprovados em parte pelos resultados obtidos neste estudo, já que os animais que apresentam alta flutuação de IMS apresentaram menor IMS, entretanto, não apresentaram qualquer indicativo de distúrbio ruminal de acordo com os parâmetros sanguíneos, morfológicos e ruminais analisados.

Os resultados encontrados no presente estudo estão próximos dos resultados encontrados por Galyean et al. (1992), que relataram redução de 6% no desempenho para animais que tiveram flutuação de IMS de 10%, quando a redução de GPD no presente estudo foi de 4,1% para o grupo de alta flutuação de IMS, o qual apresentou flutuação média de 6,74%; o que mostra que mesmo com flutuações de IMS menores que 10% é possível se encontrar diferenças significativas no desempenho de bovinos confinados.

Entretanto, os resultados obtidos no estudo meta-analítico contrariam os encontrados por outros autores, como Cooper et al. (1999) que observaram em dois experimentos consecutivos que 17% de flutuação no fornecimento diário de ração não afetou o desempenho de bovinos confinados, apesar do segundo experimento apresentar ganho adicional de 0,050 kg para o grupo de baixa flutuação de IMS, em que não houve diferença significativa devido ao maior erro padrão médio, o que pode ter aumentado a diferença mínima significativa na análise estatística. Da mesma forma, Hickman et al. (2002) utilizaram sistema de monitoramento da ingestão diária em grupo para medir o impacto da flutuação de IMS e também não encontraram nenhum efeito sobre o desempenho de bovinos confinados. Zinn (1994) avaliou os efeitos do fornecimento flutuante com variação diária de 20% em animais da raça Holandesa terminados em confinamento e não encontraram diferenças em relação à IMS, GPD ou EA. Desta forma, o autor concluiu que flutuação de IMS de até 20% não foram suficientes para afetar o desempenho de animais confinados, diferente do observado no presente estudo.

Schwartzkopf-Genswein et al. (2004) avaliaram o desempenho de bovinos em fase final de confinamento submetidos a dois tratamentos, ambos com dietas de alto grão, sendo que o primeiro consistiu no fornecimento de alimento *ad libitum* com consumo constante, e o segundo com flutuações no fornecimento de 10% acima ou abaixo durante três dias consecutivos, com relação ao consumo do lote que recebia o fornecimento constante. Ao contrario dos resultados obtidos no presente estudo, não foram observados efeitos de tratamento no consumo, GPD, EA e TC.

Em relação a CA e EA, não houve diferença neste estudo entre os grupos de baixa e alta flutuação de IMS. Tais resultados contrariam os encontrados por Galyean et al. (1992), que encontraram diferença de 7% na conversão dos animais, que foi melhor para o grupo que não foi submetido a flutuações diárias de 10% no fornecimento de

MS. Esta diferença encontrada por Galyean et al. (1992) pode ser atribuída à maior flutuação a que os animais foram submetidos, tendo maior reflexo nos resultados de eficiência em relação ao presente estudo, que teve a média de flutuação do grupo de alta flutuação de IMS inferior ao avaliado por Galyean et al. (1992).

Nas características de carcaça foi encontrado diferença para ganho diário em AOL demonstrando que animais do grupo de baixa flutuação de IMS apresentaram maior taxa de ganho diário em músculo, sendo 14,1% superior ao grupo de alta flutuação de IMS. Esse resultado pode ser atribuído ao fato de que o grupo de baixa flutuação de IMS apresentou maior IMS e IMSPV e maior GPD e, conseqüentemente, maior deposição de tecido muscular. O maior ganho em músculo se torna importante do ponto de vista de produção de carne, já que uma pequena diferença no ganho diário pode garantir o sucesso no sistema, em especial nos sistemas de produção em alta escala, principalmente pelo fato de que o produtor vende o produto final pelo peso de carcaça.

Para as outras características de carcaça como, o PCQ, RC, MARM, EGP8 e gordura visceral não foram diferentes entre os grupos de alta e baixa flutuação de IMS. Barajas et al. (2008) também não encontraram diferenças para características de carcaça ao estudarem o efeito da imposição de 20% de flutuação de IMS a bovinos holandeses confinados.

Observou-se menor valor de força de cisalhamento para o grupo de baixa flutuação. Este resultado é positivo, já que quanto menor a força de cisalhamento, mais macia é a carne. Acredita-se que este resultado seja decorrente da maior IMS destes animais, além do maior GPD e maior deposição de tecido muscular (ganho em AOL), fatores que proporcionaram maior deposição de glicogênio muscular em comparação aos animais do grupo de alta flutuação. Isto porque, de acordo com estudos de Bee et al. (2006), quanto maior a ingestão de energia do animal, maior a concentração de glicogênio no músculo após o abate. O glicogênio muscular é convertido em lactato, que desencadeará uma queda no pH da carcaça. Entretanto, quanto menor a concentração de glicogênio muscular, mais alto o pH final da carcaça e, desta forma, mais alta a força de cisalhamento (IMMONEN et al., 2000). No entanto, nem a concentração de glicogênio muscular e nem pH final das carcaças foram determinados nos 10 experimentos utilizados para este estudo.

Entretanto, Schwartzkopf-Genswein et al. (2011) estudaram a flutuação natural da IMS em três grupos de bovinos confinados divididos a partir do GPD e três grupos divididos a partir da EA. Os grupos foram divididos em alto, médio e baixo GPD e EA e foram analisados parâmetros de desempenho e características de carcaça, inclusive a flutuação de IMS de cada grupo. A flutuação de IMS foi positivamente correlacionada ao peso de carcaça quente, deposição de gordura na carcaça e área de olho de lombo. Os autores atribuem este resultado ao fato de que os bovinos que apresentaram maior flutuação de IMS obtiveram também maior ganho médio diário, o que justifica melhores características de carcaça. Porém, neste trabalho os autores relataram a flutuação diária média em quilos, que foi maior para os grupos com maior GPD. Entretanto, como os grupos com maiores GPD tiveram maiores IMS à flutuação média diária em porcentagem pode se tornar menor nos grupos de maiores GPD.

O grupo de alta flutuação de IMS apresentou menor ERMS, fazendo com que os animais levassem menor tempo para ruminar um quilo de MS. Isto ocorreu devido à menor EAMS do grupo de alta flutuação de IMS, que conseqüentemente despendeu menor TR, o que levou este grupo a apresentar maior TO em relação ao grupo de baixa flutuação de IMS. De acordo com Albright (1993), os períodos utilizados para alimentação, ruminação e ócio variam consideravelmente de acordo com o manejo e o tipo de dieta fornecida. Confirmando que as flutuações diárias de IMS podem interferir no comportamento de bovinos confinados.

O maior TR observado no grupo de baixa flutuação de IMS pode ser atribuído a maior EAMS além da maior IMS e IMSPV apresentada por esse grupo, já que, segundo Welch e Hooper (1988), o TR é altamente correlacionado (0,96) com o consumo de FDN em bovinos.

Albright (1993) avaliou o comportamento alimentar de vacas alimentadas com três níveis de FDN na dieta (26, 30 e 34%) e relatou os seguintes valores para os tempos despendidos em ruminação e total de mastigação: 334 e 558; 403 e 651; 414 e 674 min/dia, para 26, 30 e 34% de FDN, respectivamente. Tais resultados demonstram a relação positiva entre nível de fibra da dieta e tempo em ruminação e mastigação, porém o mesmo não pode ser afirmado no presente estudo, pois não foi encontrada nenhuma diferença para a IFDN entre os grupos de alta e baixa flutuação. A ocorrência de menor

TO para o grupo de menor flutuação pode ser atribuído ao fato dos animais terem desprendido maior TR.

De acordo com Thiago et al. (1992), a quantidade de alimento consumido por um ruminante, em determinado período de tempo, depende do número de refeições durante este período e da duração e taxa de alimentação em cada refeição. Entretanto, no presente estudo, os animais do grupo de baixa flutuação de IMS tiveram maior IMS com maior EAMS, sem ter alterado o número de refeições diárias.

Para os outros parâmetros de comportamento ingestivo analisados não foram encontradas diferenças entre os grupos de flutuação de IMS. O estudo do comportamento ingestivo é de grande importância para o entendimento das flutuações de IMS. De acordo com estudo de Lancaster et al. (2009), parâmetros de comportamento alimentar foram responsáveis por 35% das flutuações de IMS observadas em bovinos. Acredita-se que apenas alguns parâmetros de comportamento ingestivo diferiram entre os grupos de baixa e alta flutuação de IMS devido à baixa variação observada e ao fato de que esta variação foi natural dos animais e não imposta, como em outros experimentos.

Os valores de pH sanguíneo foram iguais (pH 7,38) nos grupos de alta e baixa flutuação e podem ser considerados seguros em relação a valores padrão descritos por Radostits et al. (1995), que classificaram a acidose metabólica em bovinos em moderada (pH sanguíneo entre 7,30 e 7,25); severa (pH 7,25 a 7,20); e grave (pH 7,10 a 7,0) que comumente é fatal. Os valores encontrados no presente estudo estão dentro do relatado por Carlson (1997; pH entre 7,35 e 7,50) como valores referência de pH sanguíneo. Desta forma, pode-se concluir que os animais não apresentaram quadros de acidose metabólica no período de terminação.

De acordo com Nocek (1997), a acidose subaguda é consequência de ingestão de energia em níveis elevados. Portanto, a maior IMS e IMSPV observada nos animais do grupo de baixa flutuação de IMS, e por consequência maior ingestão de energia durante o período de confinamento, não foi relevante para alterar os valores de pH sanguíneo. Soto-Navarro et al. (2000) observaram que 10% de flutuação diária no oferecimento de alimento para bovinos alimentados uma ou duas vezes por dia não proporcionou efeitos negativos no pH ruminal.

## CONCLUSÕES

A flutuação de IMS influencia no desempenho e ganho em musculatura de animais confinados. No entanto, flutuações de IMS observadas no presente estudo, não foram suficientes para alterar os padrões de perfil metabólico sanguíneo e parâmetros de saúde ruminal de bovinos confinados, demonstrando que a queda do desempenho a partir da flutuação não está relacionada somente com o surgimento de quadros de distúrbios metabólicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRIGHT, J. L. Nutrition and feeding calves: Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 2, p. 485-498, 1993.

AMSA. Research Guidelines for Cookery, Sensory Evaluation, and Instrumental Tenderness Measurements of Fresh Meat. **American Meat Science Association**, Chicago, IL. 1995

BARAJAS, R. et al. Influence of day-to-day fluctuations in feed intake on feedlot cattle growth-performance and digestive function. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, Faisalabad, v. 7, p. 816-821, 2008.

BATES, D. et al. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. **Journal of Statistical Software**, v. 67, p. 1-48. 2015.

BAUER, M. L. et al. Efficacy of laidlomycin propionate to reduce ruminal acidosis in cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 3445–3454, 1995.

BEE, G. et al. Effects of available dietary carbohydrate and preslaughter treatment on glycolytic potential, protein degradation, and quality traits of pig muscles. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n. 1, p. 191-203, 2006.

BEVANS, D. W. et al. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, p. 1116-1132, 2005.

BIGHAM, M. L.; MCMANUS, W. R. Whole wheat grain feeding of lambs. Effects of roughage and wheat grain mixtures. **Australian Journal of Agricultural Research**, Clayton, v. 26, p. 1053-1062, 1975.

BRITTON, R. A.; STOCK, R. A. Acidosis, rate of starch digestion and intake. **Oklahoma Agricultural Experiment Station Research Report**, Stillwater, v. 121, p. 125–137, 1987.

BROSSARD, L.; MARTIN, C.; MICHALET-DOREAU, B. Ruminal fermentative parameters and blood acido-basic balance changes during the onset and recovery of

induced latent acidosis in sheep. **Animal Research**, Cambridge, v. 52, p. 513–530, 2003

CARLSON, G. P. Fluid, electrolyte and acid-base balance. In: Kaneko, J. J. (Ed.). **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5th ed. New York, NY: Academic Press. 1997. p. 485-516.

CARVALHO, S. et al. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia** [online], v.35, n.2, p. 562-568, 2006.

COOPER, R., T. et al. Effects of feed intake variation on acidosis and performance of finishing steers. **Nebraska Beef Cattle Reports**. v. 69 p. 71–75. 1998.

COOPER, R. J. et al. Effects of imposed feed intake variation on acidosis and performance of finishing steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 1093–1099, 1999.

DANIEL, J. L. P.; RESENDE JÚNIOR, J. C.; CRUZ, F. J. Participação do ruminoretículo e omaso na superfície absorptiva total do proventrículo de bovinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 43, n. 5, p. 688-694. 2006

GALYEAN, M. L. et al. Effects of varying the pattern of feed consumption on performance by programmed-fed steers. **Clayton Livestock Reserch Progress Report**. n. 78. 1992.

GALYEAN, M. L.; RIVERA, J. D. Nutritionally related disorders affecting feedlot cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 83, p. 13–20, 2003.

GIBB, D. J. et al. Bunk attendance of feedlot cattle monitored with radio frequency technology. **Can. Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 707–710, 1998.

HICKMAN, D. D. et al. Relationship between feeding behavior and performance of feedlot steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80 (Suppl 1), p. 15. (Abstr.), 2002.

IMMONEN, K.; RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Some effects of residual glycogen concentration on the physical and sensory quality of normal pH beef. **Meat Science**, Champaign, v. 55, n. 1, p. 33-38, 2000.

JOHNSON, T.R.; COMBS, D. K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 74, p. 933-944, 1991.

KUZNETSOVA, A.; BROCKHOFF, B.; CHRISTENSEN, R. H. B. lmerTest: Tests in Linear Mixed Effects Models. R package version 2.0-29, 2015.

- LANCASTER, P. A. et al. Characterization of feed efficiency traits and relationships with feeding behavior and ultrasound carcass traits in growing bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 1528–1539, 2009
- MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G. C. Jr. et al. (Eds.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy. 1994. p. 450-492.
- MILLEN, D. D. et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 3427-3439, 2009.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6.ed. Washington: National Academy Press, 1996. p. 234.
- NOCEK, J. E. Bovine acidosis: implications on laminitis. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 80, p. 1005-1028, 1997.
- OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 197 p. 64-75, 2014.
- OWENS, F. N. et al. Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 275-286, 1998.
- R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. 2015. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>> Acesso em: 20 dez. 2015.
- RADOSTITS, O. M.; BLOOD, D. C.; GAY, C. C. **Veterinary medicine**. 8. ed. Billière Tindall, London, UK. 1995.
- RESENDE JÚNIOR, J. C. et al. Effect of the feeding pattern on rumen wall morphology of cows and sheep. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 526-536. 2006.
- RESTLE, J.; VAZ, F. N. Confinamento de bovinos definidos e cruzados. In: LOBATO, J. F. P.; BARCELLOS, J. O. J.; KESSLER, A. M. (Eds.) **Produção de bovinos de corte**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1999, p. 141-198.
- SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S. et al. Effect of bunk management on feeding behavior, ruminal acidosis and performance of feedlot cattle: A review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 149-158, 2003.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S. et al. Effect of feed delivery fluctuations and feeding time on ruminal acidosis, growth performance, and feeding behavior of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 3357-3365. 2004.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S. et al. Relationship between feeding behavior and performance of feedlot steers fed. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, p. 1180-1192, 2011.

SOTO-NAVARRO, S. A. et al. Influence of feed intake fluctuation and frequency of feeding on nutrient digestion, digesta kinetics, and ruminal fermentation profiles in limit-fed steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 2215-2222, 2000.

SOUZA, G. B.; NOGUEIRA, A. R. A; RASSINI, J. B. Determinação de matéria seca e umidade em solos e plantas com forno de microondas doméstico. São Carlos: **Embrapa Pecuária Sudeste**, 2002.

THIAGO, L. R. L. et al. Studies of conserving grass herbage and frequency of feeding in cattle. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 67, n. 3, p. 339-336, 1992.

WELCH, J. G.; HOOPER, A. P. Ingestion of feed and water. In: CHURCH, D. C. (Ed). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Reston, 1988, p.108-116.

WHEELER, T. L., et al. A comparison of Warner- Bratzler shear force assessment within and among institutions. **Journal of Animal Science**. v. 75, p. 2423-2432, 1997.

ZINN, R. A. Influence of fluctuation feed intake on feedlot cattle growth performance and digestive function. In: Southwest Nutrition and Management Conference, **Anais...**, University of Arizona, Tucson. 1994, p. 77-83

### **CAPÍTULO 3**

## IMPLICAÇÕES

O uso do confinamento para terminação de bovinos de corte é realidade nos dias de hoje na cadeia de produção de carne brasileira. Dentro desse modelo de produção, pequenos ajustes podem representar melhoria significativa na eficiência e lucratividade do sistema.

Por meio dos resultados apresentados neste trabalho fica evidente, em uma escala de confinamento comercial, a importância de medir o consumo e controlar o fornecimento diário de ração, de forma a permitir avaliar os lotes individualmente para tomadas de decisões dentro do ciclo de produção que possibilitem a exploração da capacidade do desempenho dos animais a partir de ajustes finos em relação ao manejo e a dieta fornecida, ajuste esse com o objetivo de se minimizar as flutuações de IMS.

Considerando confinamentos comerciais, que trabalham em grande escala de animais, o aumento médio de 0,060 kg/dia de peso vivo em um período médio de 90 dias (média brasileira) pode proporcionar aumento de 5,4 kg de peso vivo por animal no período total, o que representa 4,1 % do ganho de peso total, o que em uma grande escala de produção pode gerar um retorno econômico vantajoso para o produtor.

A mensuração da flutuação de IMS em confinamentos comerciais pode ser considerada um índice zootécnico importante do ponto de vista econômico e produtivo na bovinocultura de corte intensiva, visto que flutuações acima de 5,6% da ingestão da IMS podem afetar o desempenho dos animais confinados, com a genética tradicionalmente utilizada pelos confinamentos brasileiros, sendo necessário adequar o manejo para minimizar essas flutuações.

Embora a flutuação de IMS tenha apresentado grande importância para o desempenho de bovinos confinados, deve-se atentar também à importância do manejo dos confinamentos. Flutuações de IMS acarretam em oscilações diárias que geram grande quantidade de sobras, bem como a falta de alimento no cocho dos animais, dificultando a logística de fornecimento de ração e o manejo de cocho, além de impactar nos custos de produção devido às despesas com alimento não consumido.

Seriam interessantes novos estudos para avaliar os efeitos da flutuação de IMS dentro do rúmen em tempo real, por meio do uso de dispositivos de mensuração de pH intra-ruminal em situações brasileiras.