

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

**VALIDAÇÃO DE SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELETRÔNICO PARA
AVALIAÇÃO DO CONSUMO ALIMENTAR DE BUBALINOS EM PASTEJO**

HUGO LENNON CORRÊA
Zootecnista

BOTUCATU - SP
JANEIRO – 2018

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

**VALIDAÇÃO DE SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELETRÔNICO PARA
AVALIAÇÃO DO CONSUMO ALIMENTAR DE BUBALINOS EM PASTEJO**

HUGO LENNON CORRÊA

Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. ANDRÉ MENDES JORGE

Coorientador(a): Dr^a. CAROLINE DE LIMA FRANCISCO
Dr. ANDRÉ MICHEL DE CASTILHOS

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

BOTUCATU - SP
JANEIRO – 2018

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

C824v Corrêa, Hugo Lennon, 1991-
Validação de sistema de alimentação eletrônico para avaliação do consumo alimentar de bubalinos em pastejo / Hugo Lennon Corrêa. - Botucatu: [s.n.], 2018
68 p.: fots. color., grafs., ils., tabs.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2018
Orientador: André Mendes Jorge
Coorientador: Caroline de Lima Francisco; André Michel de Castilhos
Inclui bibliografia

1. Zootecnia de precisão. 2. Estimativa do consumo. 3. Produção fecal. 4. Indicador de consumo. I. Jorge, André Mendes. II. Francisco, Caroline de Lima. III. Castilhos, André Michel de. IV. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. V. Título.

Elaborada Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

Ofereça

A Deus pelas bênçãos concedidas, por me guiar, proteger e fazer seguir em frente, o Senhor é a minha paz e com Você sempre quero estar.

Dedico

À minha família, minha mãe, Tânia de Jesus Corrêa e meu pai, Romison de Souza Teixeira e irmãos, Louane Tainá Corrêa Teixeira e Lucas Matheus Corrêa Teixeira pelo apoio e ajuda constante e amor incondicional.

Vocês sempre estarão comigo!

Agradecimentos

A Deus por todas as oportunidades que tive em compreender, aprender e ensinar;

À minha família que em todos os momentos sempre me deram apoio incondicional e uma palavra de conforto para manter os planos, mesmo quando tudo parecia não ter saída;

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" pela chance de cursar a pós-graduação;

Ao Orientador, Professor Dr. André Mendes Jorge pelas orientações concedidas e oportunidades em participar do grupo de pesquisa (CPTB-Bubalinos);

Aos co-orientadores Dra. Caroline de Lima Francisco e ao Dr. André Michel de Castilhos por ajudar continuamente no desenvolvimento deste trabalho, bem como a entender e compreender a importância de uma pesquisa acadêmica;

Ao Professor Dr. Paulo Roberto de Lima Meirelles pelas conversas, ensinamentos e apoio incondicional;

À Professora Dr. Lúcia Maria Zeoula do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – PR, e a sua orientada de mestrado, Bruna Calvo Agostinho, pelo empréstimo dos animais fistulados, auxílio e disponibilidade para a condução das análises de degradabilidade “*in situ*”.

Aos companheiros de pós-graduação do Centro de Pesquisas Tropicais em Bubalinos (CPTB), Daiane Cristina Marques da Silva, Fabíola Martinez da Silva, Aline Sampaio Aranha, aos discentes bolsistas de iniciação científica e demais estagiários que contribuíram com o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos funcionários do setor de Bubalinocultura Arivaldo Inácio Primo Júnior (Dinho), Wilson Bueno de Oliveira (Lipe) e Amarildo dos Santos Vieira (Liu) e aos demais funcionários da FMVZ por todo tipo de informação e experiência de vida concedida;

A técnica Gisele Setznagl e bolsista Stefanilly Souza Leite pela ajuda no Laboratório de Bromatologia da FMVZ – UNESP;

Aos meus amigos da República Mato-Minas, Vitão (Victor Maia), Tocantins (Fernando), Bispo (Fernando Bispo) e Brunão (Bruno) pela moradia, acolhimento e momento de descontração, alegria e confraternizações.

Aos meus amigos da República Alagoas, Rafael (Rafa), Marcos Liodório (chocolate), Neilton (Ney) e David pela moradia, acolhimento, descontração e alegria.

A todos os bubalinos que participaram desta pesquisa, meus sinceros agradecimentos em ter a oportunidade de poder conhecê-los melhor.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo bolsa concedida pelo processo (2016/01109-4) e apoio financeiro ao Projeto Temático 2014/05473-7.

“As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do(s) autores(s) e não necessariamente refletem a visão da FAPESP”.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1.....	1
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	2
1.1 Introdução	2
1.2 Panorama da produção de bubalinos	3
1.3 Produção de ruminantes em pasto	3
1.4 Suplementação alimentar na otimização do desempenho animal.....	5
1.5 Consumo voluntário de forragem	7
1.6 Métodos para estimativa do consumo de forragem	8
1.7 Uso de indicadores na estimativa do consumo de forragem.....	10
1.8 Nova ferramenta na determinação do consumo de bubalinos	12
Objetivo Geral	15
Referências Bibliográficas.....	16
CAPÍTULO 2.....	24
VALIDAÇÃO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELETRÔNICO PARA AVALIAÇÃO DO CONSUMO ALIMENTAR DE BUBALINOS EM PASTEJO	25
Resumo	26
VALIDATION OF ELETRONIC SYSTEM FOR EVALUATION OF FEED INTAKE OF WATER BUFFALO ON GRAZING	27
Abstract.....	28
Introdução	29
Material e Métodos	30
Local, clima e período experimental	30
Área experimental e Instalações	31
Animais e condução do experimento.....	31

Sistema eletrônico de alimentação.....	33
Experimento I.....	35
Experimento II.....	36
Estimativa da produção de matéria seca fecal.....	37
Estimativa do consumo de matéria seca de forragem.....	39
Delineamento experimental e análise estatística.....	40
Resultados e Discussão.....	41
Experimento I.....	41
Experimento II.....	54
Conclusão.....	62
Literatura Citada.....	63
CAPÍTULO 3.....	67
Implicações.....	68

Lista de tabelas

Tabela 1. Dados meteorológicos do período experimental	30
Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes e características nutricionais do suplemento.....	33
Tabela 3. Oferta fixa (Período 1 e 2) e variável (Período 3) de suplemento energético e mineral durante os três períodos experimentais	36
Tabela 4. Composição bromatológica do feno de capim-xaraés consumido por bubalinos confinados em diferentes períodos.....	41
Tabela 5. Equações para estimativa da produção de fezes de bubalinos confinados recebendo suplemento energético e/ou suplemento mineral	45
Tabela 6. Equações para estimativa do consumo de matéria seca de feno de bubalinos confinados recebendo suplemento energético e/ou suplemento mineral	46
Tabela 7. Produção de fezes e consumo de matéria seca de forragem (coleta total), estimado pelo método <i>Cp</i> e estimado pelo marcador, de bubalinos confinados em baias individuais e recebendo suplementação energética e/ou mineral	48
Tabela 8. Valores quantitativos da produção de forragem do capim-xaraés pastejado por bubalinos sob método de pastejo rotacionado com taxa de lotação fixa.....	55
Tabela 9. Composição química do capim-xaraés pastejado por bubalinos sob método de pastejo rotacionado com taxa de lotação fixa.....	55
Tabela 10. Produção de fezes, consumo de matéria seca de forragem, consumo de matéria seca de suplemento e marcador de bubalinos em sistema de pastejo estimados por diferentes métodos e de acordo com o tipo de suplementação	60

Lista de Figuras

Figura 1. Detalhes da área experimental: Módulo de pastejo 1 (MP1), módulo de pastejo 2 (MP2) e localização do sistema eletrônico de alimentação (A) e área de descanso (B).	31
Figura 2. Aplicação dos brincos eletrônicos (A), teste de sintonia com o bastão de identificação (B) rebanho reunido após o manejo (C).....	32
Figura 3. Elementos que compõe o cocho eletrônico: brinco eletrônico (A), disposição das barras de alumínio permitindo a visita individual (B), localização das células de carga (C), antena eletrônica para identificação do brinco eletrônico (D).....	34
Figura 4. Croqui das baias individuais e tratamentos no experimento I.	35
Figura 5. Consumo de suplemento energético e mineral de bubalinos confinados em função dos dias de coleta (Período I)	42
Figura 6. Consumo de suplemento energético e mineral de bubalinos confinados em função dos dias de coleta (Período II)	42
Figura 7. Consumo individual de suplemento energético de bubalinos confinados em função dos dias de coleta (Período III)	43
Figura 8. Consumo individual de suplemento mineral de bubalinos confinados função dos dias de coleta (Período III)	43
Figura 9. Valores médios da produção fecal de bubalinos confinados em baias individuais recebendo suplemento energética estimados pelo método C_p (C_p suplemento energético) e método indireto do marcador (Marcador suplemento energético)	50
Figura 10. Valores médios da produção fecal de bubalinos confinados em baias individuais recebendo suplemento mineral estimados pelo método C_p (Suplemento mineral) e método indireto do marcador (Marcador suplemento mineral)	50
Figura 11. Valores médios da produção fecal de bubalinos confinados em baias individuais recebendo suplemento mineral e energético estimados pelo método C_p e método indireto do marcador.....	51

- Figura 12.** Consumo de matéria seca de feno de capim-xaraés de bubalinos confinados em baias individuais recebendo suplementação energética estimados pelo método de regressão (C_P suplemento) e método indireto do marcador (Marcador suplemento).....52
- Figura 13.** Consumo de matéria seca de feno de capim-xaraés de bubalinos confinados em baias individuais recebendo suplementação mineral estimados pelo método de regressão (C_P Suplemento) e método indireto do marcador (Marcador Suplemento) ..53
- Figura 14.** Consumo de matéria seca de feno de capim-xaraés de bubalinos confinados em baias individuais recebendo suplementação energética e/ou mineral estimados pelo método de regressão e método indireto do marcador53
- Figura 15.** Consumo de suplemento mineral de bubalinos em pasto em função dos dias de coleta referente ao período I56
- Figura 16.** Consumo de suplemento mineral de bubalinos em pasto em função dos dias de coleta referente ao período II.....57
- Figura 17.** Consumo de suplemento energético de bubalinos em pasto em função dos dias de coleta referente ao período I.....57
- Figura 18.** Consumo de suplemento energético de bubalinos em pasto em função do período de coleta (Período II)58

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1 Introdução

Nas últimas décadas os sistemas de produção de ruminantes apresentou evolução considerável na melhoria da produtividade e qualidade do produto ofertado (CAETANO e JÚNIOR, 2017), e diante do crescimento da população mundial, os sistemas de produção animal, principalmente aqueles destinados a produção de carne, tem sido estimulado a criar modelos de produção que englobam o a utilização de novas tecnologias com o objetivo de intensificar a produção e obter resultados mais eficientes (SILVA et al.,2009).

Para garantir a eficiência produtiva e a rentabilidade da produção de bubalinos, deve-se procurar entendê-la e executá-la de maneira sistêmica, integrando a produção ao bem estar animal. A integração desses fatores e a busca por alternativas tecnológicas permitem maximizar a produção do sistema e contribuindo diretamente com índices produtivos que determinam a permanência do setor no mercado.

Atualmente, a produção de ruminantes, em particular a criação de bubalinos, vem demandando o uso de técnicas voltadas ao entendimento da ingestão de matéria seca nesta espécie e suas interações com o ambiente. A ingestão de matéria seca é de fundamental importância, pois determina o quanto de nutriente está disponível para contribuir com a saúde e produção do animal (MARTINS et al., 2013).

As metodologias utilizadas na estimativa do consumo alimentar de ruminantes apresentam limitações que, ao longo dos experimentos, interferem na manifestação do comportamento natural dos animais, gerando dados com informações insuficientes e muitas vezes pouco precisos devido principalmente aos protocolos aplicados nesses estudos e o possível desconforto ao qual os animais são submetidos.

Diante do exposto, para obtenção de resultados confiáveis e seguramente aplicáveis em qualquer sistema de produção, incluindo as condições em pastejo, é necessário usufruir e agregar tecnologias, as quais poderão refletir em métodos de pesquisas mais precisos e de baixo impacto na expressão do comportamento natural dos animais em estudo e conseqüentemente, os resultados podem contribuir com a melhoria dos índices produtivos, gerando benefícios ao bem estar dos animais.

1.2 Panorama da produção de bubalinos

A população mundial de bubalinos é de aproximadamente 199 milhões de animais, tendo no continente asiático, a Índia, Paquistão e China, como os maiores rebanhos (FAO, 2015).

O efetivo brasileiro do rebanho bubalino é de 1.319.478 cabeças, sendo a região Norte (66,3%), Sudeste (12,4%), Nordeste (9,5%), Sul (7,5%) e Centro-Oeste (4,3%), tem crescido em média 3,5% em relação ao ano anterior (IBGE, 2015).

A criação de bubalinos vem apresentando crescimento significativo em quase todas as regiões do país, configurando cada vez mais em uma opção econômica para os pecuaristas que almejam a otimização do processo produtivo (JORGE et al., 2011).

Segundo Jorge et al. (2016), as características edafoclimáticas e extensão territorial faz do Brasil o principal país produtor de carne em termos qualitativos e quantitativos. Além disso, os bubalinos são animais altamente produtivos e apresentam índices zootécnicos satisfatórios, reflexo da sua rusticidade, eficiência alimentar e aproveitamento de alimentos com baixo valor nutritivo (JORGE et al., 2005).

De acordo com Borghese e Mazzi (2005) os bubalinos podem ser encontrados em praticamente todas as regiões do mundo, destacando-se onde há oferta de volumoso de baixa qualidade, devido a versatilidade e adaptabilidade dessa espécie em converter alimento com baixo valor nutritivo em proteína de alto valor biológico.

A eficiência na conversão de alimentos de baixa qualidade em carne magra, rica em proteína e de baixos níveis de colesterol (DESTA, 2012), é devido ao movimento de mastigação lento e eficaz proporcionado pela fibras musculares mais desenvolvidas para ruminação (VEGA et al., 2010). Além disso, maior volume corporal, menor movimento, menor gasto e maior atividade bacteriana (NAPOLITANO et al., 2013), faz desta espécie uma opção econômica vantajosa.

Diante do exposto, a criação de bubalinos possui características particulares e relevantes para a cadeia produtiva da carne, expandindo o campo para novas pesquisas que visam o crescimento da espécie no país (SILVA e JUNIOR, 2014).

1.3 Produção de ruminantes em pasto

As pastagens constituem uma das fontes de nutrientes para a produção de carne bovina e bubalina, particularmente em regiões tropicais, contribuindo com a eficiência do sistema, otimização dos recursos e obtenção do máximo desempenho animal. No entanto, o ponto crítico na utilização desse recurso está na sua estacionalidade de

produção que, segundo Paulino et al. (2004), deve ser reconhecida como fator determinante da necessidade de utilização da suplementação alimentar para o aumento da produtividade.

Para maior eficiência no sistema de produção animal em pasto é necessário adaptar-se ao padrão de sazonalidade do pasto, a qual apresenta variações a cada ano e são mais difíceis de serem ajustadas (PAULINO et al., 2010). Além disso, segundo os mesmos autores, à medida que ocorrem essas variações, deve-se avaliar com mais critério a otimização do uso dos recursos suplementares no sistema de pastejo e/ou reduzir a dependência do pasto como principal fonte de alimento.

Considerando que o desempenho animal em pasto está relacionado diretamente à fatores como: disponibilidade, qualidade, valor nutritivo da forragem e consumo voluntário (REIS et al., 2012), é necessário o pleno entendimento da interface solo-planta-animal para maximizar a proporção de energia utilizável na matéria seca produzida e convertida em unidades de crescimento animal. Uma vez compreendida a tríade, entende-se que a pastagem deve suprir a maior parte ou a totalidade dos nutrientes exigidos pelos animais (SILVA et al., 2009).

Para o alcance da alta eficiência na utilização dos nutrientes contidos nas forragens, a energia deve estar prontamente disponível para uso nos processos de síntese de proteína microbiana. Nesse contexto, para o entendimento dos processos bioquímicos de síntese da proteína microbiana, é necessário conhecer a interação do complexo enzimático microbiano, da taxa e extensão da degradação da fração fibrosa em meio neutro potencialmente digestível, e suas relações com os recursos suplementares na alimentação. Dessa forma, é preciso direcionamento de estratégias de programas de suplementação que permitam a maximização do processo de degradação ruminal, como a proteína degradável no rúmen potencialmente digestível (PAULINO et al. 2010), o que resultará em aumentos do consumo e utilização de substratos energéticos basais de baixo custo.

Objetivando minimizar os efeitos negativos ocasionados pela estacionalidade e/ou compensar a carência nutricional das forragens e a consequente perda de peso dos animais, a suplementação deve residir sobre a otimização do uso dos recursos basais, diminuindo as deficiências quantitativas de matéria seca potencialmente digestível (MSpd) (PAULINO et al., 2010), além de evitar deficiências nutricionais e aumentar a transformação dos recursos disponíveis em produtos comercializáveis.

Segundo Paulino et al. (2004), a maximização na utilização de recursos basais pode ser alcançada pelo incremento da disponibilidade de MS_{pd} aos animais. No entanto, a potencialidade de utilização é dependente da densidade energética e equilíbrio de nutrientes, como: Proteína, Fósforo, Sódio, Cobalto, Zinco, Iodo, dentre outros que compreendem a composição química dos suplementos alimentares.

1.4 Suplementação alimentar na otimização do desempenho animal

As pastagens tropicais constituem a base nutricional para os rebanhos de ruminantes nos trópicos (LIRA et al., 2016) sendo o motivo do qual faz a pecuária de corte ser mais rentável quando comparado a animais criados em regime de confinamento. Porém, diferente do confinamento, a criação de ruminantes em pasto apresenta variações estacionais no que diz respeito à disponibilidade e qualidade da forragem produzida e estas variações devem ser reconhecidas como fatores determinantes da necessidade de suplementação.

Dessa forma, levando em consideração as oscilações estacionais, o período seco do ano é a época em que a criação de ruminantes em pasto cada vez mais adota fontes suplementares para melhor ajustar a dieta fornecida às exigências nutricionais dos animais (PORTO et al., 2011).

Para que a suplementação seja eficiente, é necessário ter conhecimento sobre os parâmetros relacionados ao consumo, como: disponibilidade, aceitabilidade, oferta, qualidade da forragem, nível e quantidade de suplemento fornecido, tendo em vista que o estabelecimento de estratégias de fornecimento de nutrientes via suplementação viabilizam, da melhor forma possível, os padrões de crescimento estabelecidos pelo sistema de produção (BERETTA e LOBATO, 1998; PAULINO, 2004).

Segundo Martinez e Thomazin (2002), a suplementação de bubalinos em pastejo, além de contribuir com o ganho de peso, influencia diretamente no peso a primeira cobertura e na taxa de natalidade (477,7 kg e 80,6 %, respectivamente) quando comparado aos animais não suplementados (335,5 kg e 75,7%, respectivamente) no período de inverno. Além disso, os autores descrevem que o ganho de peso diário de animais suplementados (0,802 kg.dia⁻¹) foi superior aos animais que não receberam complementação alimentar (0,529 kg.dia⁻¹).

Oliveira et al. (2010) trabalhando com 15 bubalinos da raça murrâh e mediterrâneo com 450 kg de PV, submetidos ao método de pastejo rotacionado em sistema silvipastoril e recebendo suplementação alimentar na proporção de 1% do peso

corporal e 19% de proteína bruta, a base de 63% de milho moído, 25% de farelo de soja e 12% de farelo de trigo, relatam que os animais obtiveram ganho de peso diário médio de 0,935 kg.dia⁻¹.

Marques da Silva et al. (2016) trabalhando com bubalinos da raça Murrah com aproximadamente 206 kg de PV, submetidos ao método de pastejo rotacionado com capim-xaraés (*Urochloa brizantha* cv. Xaraés) e recebendo suplementação (0,6% do PV) ou não (controle), observaram que os animais suplementados apresentaram peso vivo final (338,63 vs. 301,86 kg) e ganho médio diário (0,76 kg.dia⁻¹ vs. 0,52 kg.dia⁻¹) superior quando comparados ao grupo não suplementado, respectivamente.

Sampedro et al. (2016) comparando dois sistemas de alimentação para engorda de bubalinos, relatam que os animais em pastejo, recebendo suplemento com 14% de proteína bruta à base de milho (83%) e soja (17%), obtiveram ganho médio diário inferior quando comparados com animais confinados (1,137 kg.dia⁻¹ vs. 1,585 kg.dia⁻¹), no entanto, não houve diferença para espessura de gordura do traseiro dos animais suplementados (5,8 vs. 6,0 cm²) quando comparado com o grupo confinado, respectivamente, concluindo que os animais suplementados em pasto foram mais eficientes.

O uso da suplementação pode proporcionar maior eficiência econômica da atividade pecuária, aumentando os índices zootécnicos, higidez do rebanho e maior produção animal por hectare (BENEZ, 2007), devido ao maior fornecimento de açúcares solúveis, rápido aumento no crescimento microbiano relacionado ao nível de energia prontamente disponível e maior eficiência de utilização do nitrogênio solúvel e não-protéico (NUSSIO et al., 2011).

Uma vez identificada a necessidade da suplementação alimentar, a adoção de estratégias via programas de suplementação deve residir como auxílio na utilização da fibra, possibilitando a sincronia entre os constituintes da dieta e os microrganismos ruminais. Caso contrário, segundo Nussio et al. (2011), os açúcares solúveis por serem mais intensamente fermentescíveis no rúmen quando comparados à fontes de fibra como hemicelulose e celulose, em quantidades elevadas podem causar disfunção ruminal, decréscimo na taxa de crescimento microbiano e resultar em distúrbios metabólicos.

A suplementação na ótica da otimização do consumo voluntário de alimento pode proporcionar efeitos associativos-aditivos ou substitutivos entre forrageiras e concentrados com consequência direta na eficiência da utilização dos nutrientes

(MOORE et al., 1999). Aditivamente, a suplementação contribui com o estímulo ao consumo de forragem ou favorecimento da ação dos microrganismos pelo fornecimento de alimentos proteicos, enquanto que efeito substitutivo é observado quando há depreciação do consumo de matéria seca de forragem (BENEZ, 2007).

1.5 Consumo voluntário de forragem

O consumo alimentar é um dos componentes que mais exerce efeito no desempenho animal (BERCHIELLI et al., 2006). Além de fatores intrínsecos ao animal, características físicas e químicas dos ingredientes da dieta e suas interações podem exercer grande efeito sobre o consumo de matéria seca (ALLEN, 2000).

Os fatores que influenciam o consumo de alimento são complexos e de caráter multifatorial. Além de não serem completamente conhecidos (WALDO, 1986; MERTENS, 1994), não há consenso de como os ruminantes regulam essa importante atividade (FORBES, 2007).

Existem evidências de tipos de mecanismos regulatórios que juntos determinam a ingestão voluntária de alimento. Mecanismo de regulação física, caracterizado pelo consumo de dieta com alto teor de fibra, em particular fibra em detergente neutro e baixas concentração energética, em que o consumo é limitado pela capacidade de distensão do trato digestivo em associação com reações hormonais (MERTENS, 1994). O mesmo autor sugere que uma forma quantitativa de mensurar o efeito do enchimento físico do rúmen é quando o teor de FDN da dieta ultrapassa 1,2% PV, condição que estabelece correlação negativa entre o consumo voluntário e o conteúdo de FDN da forragem. Além disso, segundo Allen (2000), o conteúdo de fibra em detergente neutro é o melhor componente do alimento para a predição de ingestão de matéria seca por ruminantes.

Van Soest (1994) relata que a limitação da ingestão de alimento também pode se dar em consequência da concentração de ácidos graxos voláteis (acetato, propionato e butirato) e substâncias hormonais, como os peptídeos opióides (MAGGIONI et al., 2009), condição caracterizada como mecanismo de regulação fisiológica. Este, por sua vez, é definido por dietas com baixa capacidade de enchimento, alta densidade energética com compostos prontamente digestíveis ou basicamente alimentos concentrados ricos em grãos, o consumo de matéria seca é limitado devido a ingestão energética ser igual ao requerimento animal (MERTENS, 1994).

A máxima ingestão ocorre quando a dieta tem elevado efeito de repleção, mas atende aos requerimentos energéticos do animal sem necessariamente criar distensão do trato gastrointestinal (NASCIMENTO, 2009).

Detmann et al. (2014) em estudo meta-analítico sobre a regulação do consumo voluntário em bovinos alimentados com dietas a base de forragem tropical, concluem que as restrições físicas e metabólicas funcionam de forma integrada na regulação do consumo voluntário.

Quando comparado à digestibilidade, o consumo alimentar é mais complexo de se avaliar, uma vez que está submetido a inúmeras variáveis relacionadas ao meio (BURNS et al., 1994) e limitações no consumo de alimentos podem dificultar que as exigências nutricionais do animal sejam supridas (AZEVEDO et al., 2010).

O ganho de unidade animal diária é dependente do consumo de matéria seca digestível e metabolizável, pois variações na ingestão de alimento são responsáveis por 60% a 90% do desempenho animal (MERTENS, 1994) e somente 10 a 40% creditadas à digestibilidade.

O consumo de nutrientes potencialmente digestíveis, além de estar relacionado aos processos fisiológicos e a alta capacidade de seleção de alimentos pelos animais é dependente de propriedades químicas, físicas e estruturais das plantas, características essas que somadas dificultam a determinação do consumo voluntário em sistema de pastagem.

1.6 Métodos para estimativa do consumo de forragem

O consumo voluntário de forragem dos animais é um dos principais determinantes do processo produtivo (DETMANN et al., 2001; DETMANN et al., 2004) e sua mensuração em animais sob pastejo é mais complexa quando comparada à animais confinados. No sistema de produção de animais confinados são de conhecimento do pesquisador a quantidade do alimento fornecido e o quanto é ingerido pelos animais com base no consumo de matéria seca dois dias anteriores, fornecendo-se o alimento de forma que a ingestão não seja limitada (BURNS et al., 1994).

O consumo voluntário não pode ser realizado de forma simples e direta (MINSON, 1990) e a ingestão de forragem, que é dependente do processo de utilização e colheita pelos animais em pastejo é em função dos aspectos relacionados à interface solo-planta-animal e reações de causa:efeito nas práticas de manejo do pasto e desempenho animal (BERCHIELLI et al., 2007).

Para melhor entendimento do processo que envolve a ingestão de matéria seca por animais em pastejo, Laca e Demment (1992) propuseram a divisão em duas escalas temporais: curto e longo prazo. No curto prazo, leva-se em consideração uma escala de pastejo que vai de minutos a horas e pode ser expressa em gramas de matéria seca (g/MS). Além disso, os principais mecanismos que atuam nessa escala são aquelas relacionadas a colheita e manipulação da forragem em que a massa do bocado é o parâmetro determinante da ingestão (CARVALHO et al., 2001). Quanto à escala de longo prazo, a resposta funcional está relacionado ao consumo diário, expressa em kg/MS/dia e em escalas que vai de dias à semanas. Os fatores controladores de consumo, neste caso, passam a ser influenciados pelos processos digestivos, em que a taxa de passagem e a capacidade gastrointestinal assumem importância (LACA e DEMMENT, 1992).

A partir do entendimento dos fatores que influenciam a ingestão de matéria seca por animais em pastejo, pode-se utilizar métodos para estimar a ingestão de forragem e digestibilidade dos nutrientes e podem ser divididos em métodos direto e indireto.

O método direto é assim denominado devido em algum momento ocorrer a pesagem do material semelhante ao ingerido pelo animal. Métodos como: mudanças no peso vivo do animal (LE DU e PENNING, 1982; MINSON, 1990), avaliação do comportamento ingestivo por meio de equações (ALLDEN e WHITTAKER, 1970; MINSON, 1990), método de corte ou diferença agrônômica (BURNS et al., 1994), são avaliações que buscam mensurar a ingestão de matéria seca, principalmente em escala de curto prazo.

Os métodos supracitados envolvem pesagens, coletas de fezes e urina, avaliações comportamentais mediante observações do comportamento ingestivo dos animais em intervalos de 5 a 10 minutos (PENNING, 2004), mensurações indiretas da taxa de bocado, massa de bocado e tempo de pastejo, manipulação intensiva dos animais, adoção de práticas invasivas como a utilização de animais fistulados no esôfago ou no rúmen (TRINDADE, 2007) e necessidade de equipes capacitadas. O uso de animais fistulados é limitado, pois necessita de procedimentos cirúrgicos e pode ocasionar mudanças no comportamento ingestivo (CARVALHO et al., 2007).

Berchielli et al. (2007) relatam que um dos principais problemas é obter uma estimativa que represente de maneira confiável a dieta consumida por animais em pastejo. Além disso, Le Du e Penning (1982) acrescentam que, métodos que interferem no comportamento alimentar e necessitam de amostragens de massa forragem

consumida podem adquirir resultados subestimados, uma vez que os animais selecionam material com características digestíveis *in vitro* e conteúdo de nitrogênio superior ao coletado pelo amostrador. Do mesmo modo, estudos citam que há outras variáveis que interferem na confiabilidade dos resultados quando obtidos com animais fistulados, são eles: restrição da área de pastejo dos animais, amostras recolhidas durante curto período de tempo (15 a 30 minutos) que representam a ingestão durante todo o dia (BERCHIELLI et al., 2007), contaminação da amostra com saliva ou líquido ruminal (HOLECHECK et al., 1982) ou extração incompleta das amostras deglutidas (CARVALHO et al., 2007).

Outro método direto que não necessita de animais fistulados é a digestibilidade *in vitro*, em que as amostras de alimentos são incubadas sequencialmente com enzimas como a pepsina e celulase por um determinado tempo (GOSSELINK et al., 2004), ou o cultivo de bactérias fecais (AKHTER et al., 1999). No entanto, esses métodos necessitam de calibração entre a digestibilidade obtidas *in vitro* e *in vivo* para posteriormente obter previsões confiáveis mediante uso de equações de regressão específicas (BURNS et al., 1994; JONES e THEODOROU, 2000). Outra circunstância que deve ser considerada ao realizar esse método é que quando extrapolado para condições extensivas, assume a estimativa de digestibilidade da dieta para todos os indivíduos. Tal fato pode incorporar erros nos resultados, porque há variação entre indivíduos devido fundamentalmente à diferenças entre níveis de ingestão (LE DU e PENNING, 1982).

Quanto ao método indireto, o princípio baseia-se na utilização de substâncias denominadas de indicadores de consumo. Os indicadores são compostos de referência para monitorar aspectos químicos e físicos relacionados à digestão, promovendo estimativas qualitativas ou quantitativas dos fenômenos fisiológicos e nutricionais (SALIBA, 2002). Além disso, pode-se aplicar em estudos de taxa de passagem de líquidos e sólidos, consumo voluntário, produção fecal e de digestibilidade de alimentos em animais sob pastejo ou confinados, variando em sua habilidade para as determinações destes parâmetros nas diferentes dietas (BERCHIELI et al., 2007).

1.7 Uso de indicadores na estimativa do consumo de forragem

Os indicadores são divididos em: internos e externos. Os indicadores internos são constituintes naturais presentes na dieta (lignina, lignina em detergente ácido, sílica, fibra em detergente ácido indigestível, fibra em detergente neutro indigestível, n-alcanos

de cadeia longa, etc.) e não são digeridos e nem absorvidos pelo trato gastrointestinal dos animais (OWENS e HANSON, 1992).

Quanto aos indicadores externos, Berchielli et al. (2007) os classificam como compostos inertes administrados aos animais e tem o óxido crômico (Cr_2O_3) como principal indicador utilizado, apresentando vantagens de ser barato e facilmente incorporado à dieta.

Segundo Soares (2010), há várias formas de manipular o marcador em pesquisas, como o fornecimento contínuo, uma vez fornecido ao animal, segue um período suficiente para que o fluxo homogêneo pelo trato digestório seja confiável; Utilização de cápsulas com liberação lenta, uma vez o animal apartado, mediante a utilização de sonda esofágica, a cápsula com indicador é inserida e após certo período inicia-se a coleta de fezes; Em dose única com coletas sucessivas após administração e geralmente é adotado em estudo do trânsito da digesta (BERCHIELLI et al., 2006).

A utilização de indicadores na estimativa do consumo de forragem, como por exemplo o óxido crômico (Cr_2O_3), baseia-se no princípio de que, após ingestão e posterior trânsito pelo trato gastrointestinal, a concentração do indicador aumenta na proporção da digestão e absorção do alimento consumido até ser excretado nas fezes. Esse período dura entre 6 a 15 horas após o fornecimento da dosagem (LIPPKE, 2001). Em acréscimo, segundo Machado et al. (2011) alguns problemas têm sido relatados quanto ao seu uso, como: incompleta mixagem com a digesta ruminal, passagem mais rápida pelo rúmen que o material fibroso, possibilidade de acúmulo em alguma parte do trato digestivo e dificuldades na análise.

No que diz respeito a determinação da digestibilidade, para maior precisão é necessário que o marcador empregado apresente máxima recuperação na massa fecal podendo essa ser determinada de duas maneiras: via bolsas presas (CORDOVA et al., 1978) em animais com arreios e mediante a infusão contínua de uma substância indicadora por ao menos quatro dias seguido da determinação da concentração do indicador.

No entanto, ambas categorias de indicadores possuem limitações em suas determinações, por exemplo, em relação aos indicadores externos, os mesmos não se comportam como as partículas do alimento e quando aderidos à porção fibrosa do alimento podem alterar algumas características físicas e químicas, como a gravidade específica (EHLE et al., 1984). Enquanto que aos indicadores internos é atribuído que

uma das suas limitações é o fato da sua recuperação ser variável nas fezes (FAHEY e JUNG, 1983).

A variação na concentração do óxido crômico nas fezes é dependente de vários fatores como: dias de adaptação do período experimental, tipo de alimentação, horário de fornecimento, frequência de alimentação, método de administração, números de doses, horários de amostragem das fezes, condução dos processos analíticos, absorção parcial no trato digestivo ou transformação em outros compostos (ROCHA, 1987; BERCHIELLI et al., 2006). A literatura apresenta resultados que demonstram instabilidade no fluxo digestivo e variação diurna no padrão de excreção fecal de animais submetidos a regime de pastejo (VALADARES FILHO, 1989; SMITH e REID, 1995; OLIVEIRA et al., 2001; KOZLOSKI et al., 2006; LIMA et al., 2008).

Adicionalmente, Detmann et al., (2001) descrevem que uma vez a curva de excreção do indicador tenha forma definida, não há garantias de posicionamento fixo do ponto de intersecção entre a concentração do indicador e a linha correspondente a 100% de recuperação. No entanto, a conformidade e precisão da técnica de utilização do óxido crômico na estimativa da massa fecal, bem como da digestibilidade tem sido atestada, principalmente em animais confinados (PRIGGE et al., 1981; PEREIRA et al., 1993; SAMPAIO et al., 2011).

Considerar o período de adaptação antes da coleta de fezes, bem como frequência de fornecimento do indicador e definição dos intervalos de tempo necessários a coleta de fezes são práticas que devem ser adotadas com o intuito de se alcançar o nível estável entre a ingestão e a excreção do indicador (HOPPER et al., 1978; DETMANN et al., 2001), principalmente em animais submetidos a condição de pastejo, pois a estabilidade da excreção do indicador pode nunca ser atingido, maximizando o erro na determinação da excreção fecal (OWENS e HANSON, 1992).

1.8 Nova ferramenta na determinação do consumo de bubalinos

Com a gama de pesquisas que buscam estudar o comportamento alimentar de animais em pasto, os métodos apresentados ainda não são suficientes na obtenção de dados precisos, uma vez que, na maioria dos ensaios, os animais são submetidos ao estresse como a contenção para a administração dos indicadores, o que pode influenciar diretamente os resultados da análise, bem como o desempenho animal.

A busca por métodos para estimar o consumo em pasto, assim como variáveis voltadas ao desempenho animal que minimizem possíveis interferências nos hábitos dos

animais sem sub ou superestimar resultados, são de grande importância à medida que retratam precisamente o que ocorre nos processos de consumo, digestão e absorção dos nutrientes em condições normais (LANZETTA, 2006), ou seja, sem que haja interferências no comportamento natural dos animais.

Nos últimos anos, a pecuária de corte vem se desenvolvendo devido utilização dos sistemas eletrônicos e computacionais para medição do comportamento e controle de parâmetros de produção animal (ARCE, 2008), e com o sistema eletrônico de alimentação é possível obter conhecimento do comportamento alimentar do animal por meio de informações, como: consumo de alimento, frequência e duração das visitas na estação alimentar, horários preferenciais de alimentação, taxa de ocupação do cocho, horários dos tratos e monitoramento das sobras (CARVALHO, et al., 2014).

O sistema de alimentação eletrônico é composto por cochos e bebedouros e são equipados com balança eletrônica e antenas que, por meio de sinais de frequência de rádio enviado ao software específico, detectam a presença do animal quando se encontra próximo ao perímetro do cocho/bebedouro. Por meio deste sistema é possível o registro automático da ingestão de alimento oferecido e sobras, bem como a mensuração e o acompanhamento da dinâmica de ingestão de alimento.

Segundo Mendes (2010), o sistema de alimentação eletrônico, por exemplo o GrowSafe™, tem sido utilizado em muitas instituições de pesquisas em programas de melhoramento genético e seleção de reprodutores confinados para obtenção de animais que apresentam índices reprodutivos aceitáveis, aliados principalmente a eficiência alimentar. Além disso, Carvalho et al. (2007) relatam que progressos na automação dos registros do comportamento ingestivo dos animais representaram avanços importantes na compreensão do processo de pastejo.

Diferentemente dos métodos supracitados, a partir da utilização de cochos eletrônicos propõem-se que é possível misturar o indicador ao suplemento e fornecê-lo nos cochos, sem a necessidade de apartar ou conter o animal para administração da substância indicadora. Com adequada homogeneização do alimento ao indicador e conhecimento da concentração fornecida, será possível identificar de maneira precisa quanto cada animal ingeriu do marcador, o que permitirá por meio de cálculos, verificar a ingestão exata e individual da forragem consumida.

Fica evidente que, vários fatores que dificultam as estimativas do consumo de animais em pasto serão minimizados e até eliminados. Essa nova metodologia proposta facilitará o manejo, diminuirá o estresse causado aos animais, evitará métodos

cirúrgicos (fístulas, sondas), permitindo que o animal expresse seu comportamento alimentar o mais próximo possível do natural. Além disso, o controle e acompanhamento da quantidade de suplemento consumido individualmente, bem como a concentração do marcador.

Segundo Ferreira (2009), um dos principais problemas encontrados em pesquisas com o objetivo de estimar o consumo é o impedimento de se conhecer o consumo individual, uma vez que mesmo as simulações em programas de suplementação estime o consumo de determinada quantidade de alimento por animal, há variação no consumo individual (CURTIS et al., 1994), que pode ser influenciado por vários fatores como, espaço de cocho, quantidade de suplemento ofertada, tipo, forma e formulação do suplemento, fatores relacionados ao comportamento animal, tempo de exposição e experiência prévia e principalmente interações sociais (BOWMAN e SHOWEL, 1997).

A utilização do sistema de alimentação eletrônico é uma ferramenta diferenciada que pode auxiliar o pesquisador em condições de campo, na determinação do consumo dos animais, principalmente aqueles que estão em pasto, submetidos aos efeitos direto da tríade solo-planta-animal. Além disso, o compartilhamento de informações relacionadas a utilização deste sistema possibilitará o desenvolvimento de pesquisas nas mais diversas áreas que integram a produção de bubalinos.

Este trabalho tem por objetivo testar a seguinte hipótese:

A utilização de cochos eletrônicos permite estimar o consumo individual dos bubalinos em pasto de forma precisa, uma vez que se tem o conhecimento exato da quantidade do suplemento e a concentração do marcador consumido.

1.9 Objetivo

Objetivou-se com o presente estudo validar o sistema de alimentação eletrônico para avaliação do consumo de bubalinos em pastejo.

Referências Bibliográficas

ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. Michigan, v.8, p.1598-1624, July, 2000.

AKHTER, S.; OWEN, E.; THEODOROU, M.K.; BUTLER, E.A.; MINSON, D.J. Bovine faeces as a source of microorganisms for the in vitro digestibility assay of forages. **Grass and Forage Science**, v.54, p.219-226, 1999. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2494.1999.00174.x/abstract>>. Acesso em: 10 Jun. 2017.

ARCE, A. I. C. Rede de sensores sem fio na coleta de dados fisiológicos de bovinos para aplicações na zootecnia de precisão. 2008, 86f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

AZEVÊDO, J.A.G.; VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S.; VALADARES, R.F.D.; DETMANN, E. Predição do consumo de matéria seca por bovinos de corte em confinamento. In: VALADARES FILHO, C.S.; MARCONDES, M.I; CHIZZOTI, M.L.; PAULINO, P.V.R. Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados. Viçosa – MG. Universidade Federal de Viçosa-MG, p.1-12, 2010.

ALLDEN, W.G.; WHITTAKER, I.A.M; The determination of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. **Australian Journal Agricultural Research**. v.21, p.755-766, 1970.

ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.8, p.1598-1624, July, 2000. Disponível em:<[http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(00\)75030-2/pdf](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(00)75030-2/pdf)>. Acesso em: 01 Jul. 2017.

BENEZ, A.L.C. Parâmetros ruminais e consumo voluntário de feno de *Brachiaria decumbens* STAPF por bovinos recebendo suplementação proteico-energética. 2007, 66f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Agrárias). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2007. Disponível em: <file:///C:/Users/WINDOWS%207/Downloads/2007_AndreLuisCavalcanteBenez.pdf>. Acesso em: 22 Set. 2017.

BERCHIELLI, T.T.; VEGA-GARCIA, A.; OLIVEIRA, S. G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudos de nutrição. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V. OLIVEIRA, A.G. (Eds.) **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal–SP, Funep, p.397-421, 2006.

BERCHIELLI, T.T.; VEGA-GARCIA, A.; REIS, R.A. Técnicas de Avaliação de consumo em ruminantes: Estado da arte. In: RENNÓ, F. P.; SILVA, L. F. P. (Eds.). Simpósio internacional: avanços em técnicas de pesquisa em nutrição de ruminantes. Pirassununga – SP, p.306-340, 2007.

BERETTA, V.; LOBATO, J.F.P. Sistema “um ano” de produção de carne: avaliação de estratégias de alimentação hibernal de novilhas de reposição. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.1, p.157-164, 1998.

BERNARDES, O. Buffaloes breeding in Brasil. In: VIII World buffalo congress, 2007, Caserta. **Proceedings...**Taylor & Francis, 2016. v.6, p.162–167. Disponível em:

<<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.4081/ijas.2007.s2.162>>. Acesso em: 20 Ago. 2017.

BORGHESE, A.; MAZZI, M. Buffalo population and strategies in the world. In: BORGHESE, A. (Ed.). **Buffalo production and research**. Roma: Reu Technical Series, p.1-40, 2005.

BREMER NETO, H.C.A.F.; GRANER, L.E.; PEZZATO, L.E.; PADOVANI, C.A. Determinação de rotina do cromo em fezes, como marcador biológico, pelo método espectrofotométrico ajustado da 1,5-difenilcarbazida. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.35, n.3, p.691-697, Mai/Jun, 2005.

BURNS, J.C.; POND, K.R.; FISHER, D.S. Measurement of forage intake. In: FAHEY JR.G.C. Forage quality, evaluation, and utilization. National Conference on Forage Quality, Evaluation and Utilization. **American Society of Agronomy**. Ed. University of Nebraska, Lincoln, p.494-532, April, 1994.

CAETANO, G.A.O.; JÚNIOR, M.B.C; O estado da arte da nutrição de ruminantes. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.11, n.4, p.399-408, 2017.

CARNEVALLI, R.A. Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente. 2003. 149f. **Tese** (Doutorado em Agronomia) – Ciência Animal e Pastagens, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C.; MORAES, A.; DELAGARDE R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: Mattos, W.R.S. (Org.). **A Produção Animal na Visão dos Brasileiros**. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba-SP, p.853-871, 2001.

CARVALHO, P.C.F.; KOZLOSK, G.V.; FILHO, H.M.N.R.; REFFATTI, M.V.; GENRO, T.C. M.; EUCLIDES, V.P.B. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Suplemento especial, v.36, p.151-170, 2007.

CARVALHO, B.C.; MACHADO, F.S.; PIRES, M.F.A.; CAMPOS, M.M.; VARGAS, M.W. Pecuária de precisão: pesquisa em saúde e comportamento alimentar. **Revista Leite Integral**. p.68-72, Novembro, 2014. Disponível em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/126300/1/Cnpgl-2014-Leite-Integral-Pecuaria.pdf>>. Acesso em: 24 Set. 2017.

CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; HENRIQUES, L.T.; FREITAS, S.G.; PAULINO, M.F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.37, n.2, p.335-342, Fevereiro, 2008. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151635982008000200021>. Acesso em: 25 Jul. 2017.

CORDOVA, F.J.; WALLACE, J.D. PIEPER, R.D. Forage intake by grazing livestock. A review. **Journal of Range Management**, p.430-438, November, 1978. Disponível em:<[file:///D:/Descargas/6880-6759-1-PB%20\(1\).pdf](file:///D:/Descargas/6880-6759-1-PB%20(1).pdf)>; Acesso em: 26 Jul. 2017.

CURTIS, K.M.; HOLST, P.J.; MURRAY, P.J. Measuring supplement intake in the field using ytterbium as a marker. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. v.34, p.339-343, January, 1994. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/240507514_Measuring_Supplement_Intake_in_the_Field_Using_Ytterbium_as_a_Marker>. Acesso em: 26 de Jul. 2017.

DESTA, T.T. Introduction of domestic buffalo (*Bubalus bubalis*) into Ethiopia would be feasible. **Renewable Agriculture and Food Systems**. v.27, p.305-313, 2012.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; CABRAL, L.S. Avaliação da técnica dos indicadores na estimação do consumo por ruminantes em pastejo. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, v.46, p.40-57, Novembro, 2004.

DETMANN, E.; GIONBELLI, M.P.; HUHTANEN, P. A meta-analytical evaluation of the regulation of voluntary intake in cattle fed tropical forage-based diets. **Journal of Animal Science**, p.1-33, 2014. Disponível em:<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25085401>>. Acesso em: 23 Set. 2017.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; VALADARES FILHO, S.C.; EUCLIDES, R.F.; LANA, R.P.; QUEIROZ, D.S. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S151635982001000600030&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 26 Jul. 2017.

EHLE, F.R.; BAS, F.; BARNO, B.; MARTINS, R.; LEONE, F. Particulate rumen turnover rate measurement as influenced by density of passage marker. **Journal of Dairy Science**, v.67, p.2910-2913, 1984.

ELLIS, W.C.; MATIS, J.H.; HILL, T.M.; MURPHY, M.R. Methodology for estimating digestion and passage kinetics of forages. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.) Forage quality, evaluation, and utilization. Wisconsin: **American Society of Agronomy**, University of Nebraska, Lincoln, p.682-756, April 1994.

FAHEY JR, G.C.JR.; JUNG, H.G. Lignin as a marker in digestion studies: A review. **Journal of Animal Science**, v.57, n.1, p.220-225, January, 1983.

FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; COSTA e SILVA, L.F.; NASCIMENTO, F.B.; DETMANN, E.; VALADARES, R.F.D. Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: estimativa de consumos de concentrado e de silagem de milho por vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.8, p.1574-1580, August, 2009. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151635982009000800023>. Acesso em: 12 Jul. 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Statistical pocketbook world food and agriculture. Roma, 2015, p.236. Disponível em:<<http://www.fao.org/3/a-i4691e.pdf>>. Acesso em: 16 Set. 2017.

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

GOSSELINK, J.M.J. DULPHY, J.P.; PONCET, C.; JAILLER, M.; TAMMINGA, S.; CONE, J.W. Prediction of forage digestibility in ruminants using in situ and in vitro

techniques. **Animal Feed Science and Technology**. v.115, p. 227-246, August, 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840104000409>>. Acesso em: 16 de Julho de 2017.

KOZLOSKI, G. V.; NETTO, D. P.; OLIVEIRA, L. Uso de óxido de cromo como indicador da excreção fecal de bovinos em pastejo: variação das estimativas em função do horário de amostragem. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v.36. n.2, Março/Abril, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v36n2/a37v36n2.pdf>>. Acesso em: 20 Jul. 2017.

HOLECHECK, J.L.; VAVRA, M.; PIEPER, R.D. Methods for determining the nutritive quality of range ruminant diets: a review. **Journal of Animal Science**, v.54, n.2, p. 363-376, 1982. Disponível em: <<https://dl.sciencesocieties.org/publications/jas/abstracts/54/2/JAN0540020363?access=0&view=pdf>>. Acesso em 15 Jul. 2017.

HOPPER, J.T.; HOLLOWAY, J.W.; BUTTS JR., W.T. Animal variation in chromium sesquioxide excretion patterns of grazing cows. **Journal of Animal Science**, v.46, n.4, p.1096-1102, 1978. Disponível em: <<https://dl.sciencesocieties.org/publications/jas/abstracts/46/4/JN0460041096?access=0&view=pdf>>. Acesso em: 15 Jul. 2017.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa pe-
cuária municipal. Rio de Janeiro, v.41, p.1-108, 2015.

JONES, D.I.H.; THEODOROU, M.K. Enzyme techniques for estimating digestibility. In: Givens, D.I.; OWEN, E.; AXFORD, R.F.E.; OMED, H.M. (Ed). Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. **CABI Publishing**, Wallingford, v.1, p.155-173, 2000.

JORGE, A.M., ANDRIGHETTO, C. Características de Carcaça de Bubalinos. In: Anais do Zootec. Campo Grande-MS, 2005.

JORGE, A. M.; FRANCISCO, C. L.; Cadeia produtiva da carne de búfalo - Visão da universidade. **II Simpósio da cadeia produtiva da bubalinocultura**. Botucatu, 2011. 27 p. Disponível em: <http://www.fmvz.unesp.br/andrejorge/IISCPBubalino_2011_CD_ROM/II_SCPB_AndreJorge.pdf>. Acesso em: 22 Ago. 2017.

JORGE, A.M.; LUZ, P.A.C.; FRANCISCO, C.L.; ARANHA, H.S.; CORREA, H.L.; ARANHA, A.S. Sensory and microbiological characteristics of buffalo heifer meat subjected to different aging times. In: The 11th World Buffalo Congress, 2016, Cartagena. Disponível em: <<http://www.wbc2016.net/images/Research-papers-WBC%202016.pdf>>. Acesso em: 15 Set. 2017.

LACA, E.A., DEMMENT, MW. Modelling intake of a grazing ruminant in a heterogeneous environment. In: International symposium on vegetation-herbivore relationships, 1992, New York. **Proceedings...** Academic Press, p.57-76, 1992.

LANZETTA, V.A.S.; Determinação da digestibilidade dos nutrientes através dos métodos direto e indiretos, óxido crômico e lipe®, em equinos. 2006. 39 f. **Dissertação**. (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária, Belo Horizonte, 2006.

LE DU, Y.L.P.; PENNING, P.D. Animal based techniques for estimate intake. In: LEAVER J. D. Herbage intake handbook ed. Leaver. **Tropical Grassland Research Institute**, Hurley – UK, v.17, n.4, p.37-75, December, 1983.

LIMA, J.B.M.P.; GRAÇA, D.S.; BORGES, A.L.C.C.; SALIBA, E.O.S.; SIMÃO, S.M. B. Uso do óxido crômico e do LIPE® na estimativa do consumo de matéria seca por

bezerros de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte - MG, v.60, n.5, p.1197-1204, 2008.

LIPPKE, H. Estimation of forage intake by ruminants on pasture. **Crop Science Society of America**, v.42, n.3, p.869-872, May, 2001.

LIRA, M.A.; MELLO, A.C.L.; CUNHA, M.V.; SANTOS, M.V.F.; JÚNIOR, J.C.B.; JÚNIOR, M.A.L.; APOLINÁRIO, V.X.O. Produção animal em pastagens tropicais da America Latina. XXV Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal, 2016, Recife. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**. v.25, p.1-23, 2016. Disponível em: <http://alpa.org.ve/ojs/index.php/ojs_files/article/viewFile/2565/1004>. Acesso em: 17 Set. 2017.

MACHADO, A.S.; GODOY, M.M.; LIMA, M.L.M.; MORGADO, H.S.; ARAÚJO, E.P. Utilização de óxido crômico e LIPE® como indicadores externos na estimativa de digestibilidade em ruminantes. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, Maringá – PR, v.5, n.20, 2011.

MAGGIONI, D.; MARQUES, J.A.; ROTTA, P.P.; ZAWADZKI, F.; ITO, R.H.; PRADO, I.N. Ingestão de Alimentos. **Semina: Ciências Agrárias**. v.30, n.4, p.963-974, Out/Dez. 2009.

MARQUES DA SILVA, D.C.; JORGE, A.M.; MEIRELLES, P.R.L.; SILVA, F.M.; CORRÊA, H.L.; ARANHA, A.; LUZ, P.A.C.; CASTILHOS, A.M.; FRANCISCO, C.L. Supplementation of growing buffaloes grazing xaraes-pasture (*urochloa brizantha* syn. *brachiaria brizantha* cv. xaraes) during rainy season. In: The 11th World Buffalo Congress, 2016, Cartagena. Disponível em: <<http://www.wbc2016.net/images/Research-papers-WBC%202016.pdf>>. Acesso em: 15 Set. 2017.

MARTINS, A.S.; BERCHIELLI, T.T.; SALMAN, A.K.D.; SOARES, J.P.G.; LEITE, M.C.P. Consumo voluntário de volumosos estimados por meio de parâmetros de degradação ruminal. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.7, n.115, 2013.

MARTINEZ, J.L.; THOMAZINI, P.L. Recria e engorda de bubalinos em pastagens de hemártria e humidícola com suplementação no inverno. Paraná: Instituto Agrônomo do Paraná, (IAPAR. Circular, 125) p.15, Setembro, 2002.

MENDES, E.D.M. Characterization of feeding behavior traits and associations with performance and feed efficiency in finishing beef cattle. 2010, 85f. **Tese** (Doutorado em Ciência Animal) - Texas A&M University, 2010.

MCMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34, 1997. **Anais...** Juiz de Fora - MG. Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.131-168, 1997.

MINSON, D.J. Forage in ruminant nutrition. San Diego: Academic Press. 483p. 1990.

MOORE, J.E.; BRANT, M.H.; KUNKLE, W.E.; HOPKINS, D.I. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. **Journal of Animal Science**. v.77, p.122-135, 1999.

NAPOLITANO F.; PACELLI C.; GRASSO F.; BRAGHIERI A; DE ROSA G. The behaviour and welfare of buffaloes (*Bubalus bubalis*) in modern dairy enterprises. **Animal**. v.7 n.10, p.1704-1713, 2013.

- NASCIMENTO, M.L.; FARJALLA, Y.B.; NASCIMENTO, J.L. Consumo voluntário de bovinos. **Revista Eletrônica de veterinária**. v.10, n.10, p.1-27, 2009.
- NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V. OLIVEIRA, S.G. (Ed). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal-SP: Funep, 2011. v.2, cap.7, p.193-238.
- OLIVEIRA, D.E.; MEDEIROS, S.R.; AROEIRA, L.J.M.; LANNA, D.P.D. Padrão da excreção fecal de cromo utilizado como indicador externo para estimativa da produção fecal. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.38. 2001, Piracicaba – SP. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.1118-1119, 2001.
- OLIVEIRA, K.C.C.; FATURI, C. GARCIA, A.R.; NAHÚM, B.S.; LOURENÇO JÚNIOR, J.B.; JOELE, M.R.S.P. Supplemental feeding for buffaloes with agroindustry by-products on silvopastoral system in Brazilian eastern amazon. **Revista Veterinária**. v.21, suplemento 1, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/294689975_Supplemental_feeding_for_buffaloes_with_agroindustry_byproducts_on_silvopastoral_system_in_Brazilian_eastern_amazon>. Acesso em: 20 Jan. 2018.
- OWENS, F.N.; HANSON, C.F. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.9, p.2605-2617, 1992.
- PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M.; MORAES, E.H.B.K.; Suplementação de Bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: IV Simpósio de Produção de Gado de Corte, 2004, Viçosa-MG. **Anais...** Universidade Federal de Viçosa, p.93-144, Junho, 2004.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação Animal em Pasto: energética ou protéica? III Simpósio Internacional de Produção de Gado de Corte, 2010. Viçosa. **Anais...** Universidade Federal de Viçosa, p.361-391, 2010.
- PENNING, P.D. Animal-based techniques for estimating herbage intake. In: PENNING, P.D. (Ed.). **Herbage Intake Handbook**. 2ed. Reading: The British Grassland Society, 2ed. p.53-94, 2004.
- PEREIRA, J.C, GARCIA, J.A., COELHO DA SILVA, J.F. LEÃO, M.I. Estudos de digestão em bovinos fistulados, alimentados com rações tratadas com formaldeído e contendo óleo. II. Métodos para estimativa da excreção de matéria seca fecal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.12, p.429-439, 1993.
- PORTUGAL, J.A.B.; PIRES, M.F.A.; Durães, M.C. Efeito da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar sobre a frequência de ingestão de alimentos e de água e de ruminção em vacas de raça holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, n.2, p.154-159, 2000.
- PORTO, M.O.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; SALES, M.F.L.; CAVALI, J.; NASCIMENTO, M.L.; ACEDO, T.S. Ofertas de suplementos múltiplos para tourinhos Nelore na fase de recria em pastagens durante o período da seca: desempenho produtivo e características nutricionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2548-2557, 2011.
- PRIGGE, E.C., VARGA, G.A., VICINI, J.L.; REID .R.L. Comparison of ytterbium chloride and chromium sesquioxide as fecal indicators. **Journal of Animal Science**, v.53(6), p.1629-1633, December, 1981. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7200483>>. Acesso em: 12 Jul. 2017.

REIS, R. A.; RUGGIERE, A. C. Suplementação como estratégia de produção de carne de qualidade em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador-BA, v.13, n.3, p.642-655, Julho/Setembro de 2012. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151999402012000300005>. Acesso em: 14 Ago. 2017.

ROCHA, R. Avaliação do pasto de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) na produção de leite de vacas mestiças Holândes-Zebu, suplementadas com diferentes fontes alimentares, no período da seca. 1987, 76f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1987.

SAMPAIO, C.B.; DETMANN, E.; VALENTE, T.N.P.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. Evaluation of fecal recovering and long term bias of internal and external markers in a digestion assay with cattle. **Brazilian Journal of Animal Science**, Viçosa-MG, v.40, p.174-182, January, 2011. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982011000100025>. Acesso em: 20 Jul. 2017.

SAMPEDRO, D.H; BARBERP, P.; CRUDELI, G.A.; KONRAD, J.L.; BERECEOECHEA, F. Comparison of feeding system for the fattening of buffaloes. The 11th World Buffalo Congress, 2016, Cartagena. Disponível em:<<http://www.wbc2016.net/images/Research-papers-WBC%202016.pdf>>. Acesso em: 15 Set. 2017.

SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; MORAIS, S.A. L.; PILO-VELOSO, D. Lignina isolada da palha de milho utilizada com indicador em ensaios de digestibilidade: Estudo comparativo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.54, n.1, p.52-56, 2002.

SAS - Institute Inc., Cary, NC, USA. SAS/STAT User's guide. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1999.

SILVA. F.F.; SÁ, J.F.; SCHIO, A.R.; ÍTAVO, R.C.V.; SILVA, R.R.; MATEUS, R.G. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38 (suple. especial), p.37-389, 2009.

SILVA, S.L.; GERALDO, N.J. Produção de derivados bubalinos e mercado consumidor. **Tekhne e Logos**, Botucatu, v.5, p.15-30, Abril, 2014. Disponível em:<<http://www.fatecbt.edu.br/seer/index.php/tl/article/view/286/199>>. Acesso em: 22 Ago. 2017.

SMITH A.M.; REID, J.T. Use of chromic oxide as an indicator of fecal output for the purpose of determining the intake of pasture herbage by grazing. **Journal of Dairy Science**, v.38, n.5, p.515-524, May, 1995.

SOARES, J.P.G.; AROEIRA, L.J.M.; DERESZ, F.; VERNEQUE, R.S. Avaliação do consumo de vacas em lactação, medido em sistema "calangates" e estimado pelo óxido crômico. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Porto Alegre-RS. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.275, 1999.

TITGEMEYER, E.C. Design and interpretation of nutrient digestion studies. **Journal of Animal Science**, v.75, n.8, p.2235-2247, 1997.

TRINDADE, J.K. Modificações na estrutura do pasto e no comportamento ingestivo de bovinos durante o rebaixamento do capim-Marandu submetido a estratégias de pastejo rotacionado. 2007, 162f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Es-

cola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2007.

VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.; DETMANN, E. et al. Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa-PB, v.43. p.238-262, 2006.

VALADARES FILHO, S.C. Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em ovinos e bubalinos. 1989. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) Faculdade de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, 1989.

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**. v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VEGA, R.S.A.; DEL BARRIO, A.N.; SANGEL, P.P.; KATSUBE, O.; CANARIA, J.C.; HERRERA, J.V.; LAPITAN, R.M.; ORDEN, E.A.; FUJIHARA, T.; KANAI, Y. Eating and rumination behaviour in Brahman grade cattle and crossbred water buffalo fed on high roughage diet. **Journal of Animal Science**. v.81, p.574-579, 2010. Disponível em:< <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20887310>>. Acesso em: 24 Set. 2017.

WALDO, D.R. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. **Journal of Dairy Science**. v.69, n.4, p.617-631, 1986.

CAPÍTULO 2

O artigo a seguir está redigido de acordo com as exigências para publicação no periódico *Journal of Animal Science*, excetuando-se o idioma.

Validação do sistema de alimentação eletrônico para avaliação do consumo alimentar de bubalinos em pastejo¹

¹Agradecimentos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (Processo 2016/011109-4 - Bolsa de Mestrado Regular e Processo 2014/05473-7 Auxílio Projeto Temático). As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do autor e não necessariamente refletem a visão da FAPESP.

Resumo

O objetivo do estudo foi validar o sistema eletrônico de alimentação (Intergado® Ltd., Contagem, Minas Gerais, Brasil) na avaliação do consumo de bubalinos em pastejo. Foram realizados dois experimentos executados de forma simultânea. No experimento I, foram utilizados seis bubalinos machos não-castrados da raça Jafarabadi ($13 \pm 1,5$ meses de idade; $291 \pm 24,20$ kg/PV) e composto por dois tratamentos: T1 – três animais confinados e recebendo suplementação energética (0,6%/PV); T2 – três animais confinados e recebendo suplemento mineral (0,07%/PV). No experimento II, utilizou-se vinte e um bubalinos machos não-castrados da raça Jafarabadi ($13 \pm 1,5$ meses de idade; $319 \pm 44,75$ kg/PV) divididos em dois tratamentos (T1 = onze animais e T2 = dez animais) análogo ao experimento I. O consumo de forragem para os dois experimentos foi estimado a partir da produção de matéria seca fecal, com auxílio do marcador externo óxido crômico (Cr_2O_3) misturado ao suplemento energético (0,5% com base na matéria natural, para o T1) e ao suplemento mineral (5% com base na matéria natural para o T2). Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) considerando o animal como unidade experimental. Os dados foram submetidos ao procedimento PROC MIXED SAS (Institute Inc., Cary, NC, USA) com as médias reportadas como média dos quadrados mínimos, considerando o nível de significância de 5%. Os dados foram analisados pelo método de regressão passo a passo (*stepwise*). Para o experimento I, a produção de fezes estimada foi menor em animais que receberam suplemento mineral em comparação ao energético. Para condições de confinamento, o método de regressão melhor estimou a produção de fezes e o consumo de matéria seca de forragem, quando comparado ao método indireto do marcador ($P < 0,05$) em contraste com a coleta total. O método de regressão não foi suficiente para estimar a produção de fezes e o consumo de forragem de bubalinos em pasto quando comparado ao método indireto do marcador, uma vez que o modelo matemático compreendeu variações insuficientes e não representativas das condições em pasto no qual os bubalinos estavam submetidos. Não foi possível validar o sistema eletrônico de alimentação como ferramenta na estimativa do consumo de bubalinos em pasto.

Palavras-chave: zootecnia de precisão, estimativa do consumo, produção fecal, indicador de consumo

Validation of electronic feeding system for evaluation of feed intake of water buffalo on grazing¹

¹Appreciation is expressed to São Paulo Research Foundation - FAPESP (Process 2016/011109-4 - Master's scholarship and Process 2014/05473-7 Support Thematic Project). The opinions, hypotheses and conclusions or recommendations expressed in this material are the responsibility of the author and do not necessarily reflect the views of FAPESP.

Abstract

The objective of the study was validated the electronic feeding system (Intergado® Ltd., Contagem, Minas Gerais, Brazil) at evaluate the food consumption of water buffalo on grazing system. Were two experiments carried out simultaneously. In the experiment I, six non-castrated male buffalo (Jafarabadi breed; 13 ± 1.5 months of age; 291 ± 24.20 kg of initial body weight) were divided in two treatments: T1 - three feedlot animals receiving energy supplement (0.6% BW); T2 - three feedlot animals receiving mineral supplement (0.07% BW). In the experiment II, twenty one non-castrated male buffalo (Jafarabadi breed; 13 ± 1.5 months of age; 319.96 ± 44.75 kg of initial body weight) were divided in two treatments: (T1 - eleven animals and T2 - ten animals) according to experiment I. Forage intake was estimated for both treatments from fecal dry matter production, by an external marker (chromic oxide, Cr_2O_3) mixed into he energy supplement (0.5% based on natural matter for T1) and mineral supplement (5% based on natural matter for T2). An entirely randomized statistical design (DIC) was used, considering the animal as experimental unit. The data were submitted to procedure PROC MIXED SAS (Institute Inc., Cary, NC, USA) with averages reported as least square means, considering a significance level of 5%. Data were analyzed by the stepwise regression method. For experiment I, the estimated fecal production was lower in animals that received mineral supplementation compared to energetic. In feedlot conditions, the regression method better estimated of fecal production and forage dry matter intake when compared to the indirect marker method ($P < 0.05$) in contrast to the total collection. The regression method was not enough to estimated fecal production and forage intake of buffalo in pasture when compared to indirect method of the marker, being that mathematical model comprised insufficient and unrepresentative variations of the pasture conditions in which buffalo was submitted. It was not possible to validate the electronic feeding system as an estimating tool for feed intake estimate of buffalo under grazing.

Key words: animal science precision, intake estimate, fecal production, consumption indicators

INTRODUÇÃO

O consumo de forragem tem sido estudado a muitos anos devido a sua fundamental importância na nutrição animal (Martins, 2013), pois é o componente que mais exercer efeito no desempenho (Berchielli et al., 2006), e determina a quantidade de nutrientes disponíveis para integrar os processos metabólicos do animal.

Tem-se conhecimento de que os fatores que interferem na estimativa do consumo de forragem, principalmente em animais em pastejo, estão relacionados à mecanismos regulatórios e comportamentais do animal, à dieta e ao ambiente. A busca por métodos indiretos de pesquisa que, ao estimarem o consumo de forragem, além de compreender os fatores que o norteia, auxiliem na determinação de resultados confiáveis e contribuam com o mínimo de interferências a medida que retratam precisamente comportamento natural dos animais (Lanzetta, 2006).

Nos últimos anos, grande parte do desenvolvimento da pecuária de corte é devido a aplicação de sistemas eletrônicos e computacionais na mensuração de variáveis relacionadas ao comportamento e produção animal (Arce, 2008). A utilização de cochos eletrônicos na determinação do consumo de animais em pastejo, viabiliza o fornecimento direto do marcador externo homogeneizado ao alimento sem a necessidade de contenção dos animais, permitindo conhecer a quantidade de suplemento consumido individualmente, bem como a concentração de marcador ingerido. Desta forma, por meio de procedimentos matemáticos tem-se a possibilidade de estimar a ingestão de forragem consumida com o mínimo de interferências no comportamento natural de pastejo.

O objetivo deste estudo foi validar o sistema eletrônico de alimentação como ferramenta para estimativa do consumo de bubalinos em sistema de pastejo.

MATERIAL E MÉTODOS

Local, clima e período experimental

O manejo e os procedimentos com os animais foram conduzidos de acordo com os princípios éticos na experimentação animal determinados pela Câmara de Ética do Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Universidade Estadual Paulista – FMVZ - UNESP, Botucatu/SP, Brasil, sob o protocolo n° 05/2015 - CEUA.

O experimento foi realizado entre Dezembro/2016 a Maio/2017 no Centro de Pesquisas Tropicais em Bubalinos (CPTB) da Fazenda Experimental Edgárdia, unidade pertencente à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, localizada no município de Botucatu e situada no centro-oeste do Estado de São Paulo, numa altitude média de 556 metros, a 22°49'6,43" de latitude Sul e 48°24'29.55" de longitude Oeste.

O clima, segundo Koppen-Geiger, é classificado como *cfa* - temperado quente (mesotérmico) úmido, caracterizado como clima tropical de altitude com chuvas no verão, secas no inverno e temperatura média do mês mais quente superior a 22° C. A temperatura média nos meses da pesquisa foi superior à 20° C (Tabela 1). O solo é caracterizado por Nitossolo Vermelho distroférico de textura argilosa (Embrapa, 1999).

Tabela 1. Dados meteorológicos do período experimental

Mês	¹ T. min, °C	² T. máx, °C	³ T. média, °C	⁴ Prec, mm	⁵ UR, %
Janeiro	19,55	28,55	22,89	10,91	84,03
Fevereiro	20,10	30,27	22,29	5,25	73,21
Março	18,82	28,35	22,57	4,68	77,14
Abril	16,86	26,16	20,79	1,64	78,53
Maio	16,07	24,07	19,51	7,06	81,82
Média	18,28	27,48	21,61	5,91	78,94

¹T. min = Temperatura mínima;

²T. máx. = Temperatura máxima;

³T. média = Temperatura média;

⁴Prec = Precipitação pluviométrica;

⁵UR = Umidade relativa do ar.

Área experimental e instalações

Para o experimento, foi utilizada uma área de pastagem correspondente a 3,37 ha divididos em dois módulos de pastejo (MP). Em cada módulo de pastejo, haviam piquetes formados com capim-xaraés (*Urochloa brizantha* cv. Xaraés), delimitados com cerca de arame galvanizado liso e eletrificado, bebedouros tipo australiano com capacidade de 700 litros e área de descanso comum a todos os animais de acordo com o tratamento, coberta com 107,1 m² de tela de sombrite a 90% (2,67 m²/animal) no sentido transversal. Além disso, para cada módulo havia uma área de suplementação construída sobre piso de concreto armado recoberto por telhas metálicas de cor branca com dimensões de 6 x 6 m fixadas no próprio piso. Cada área de suplementação foi equipada com dois cochos eletrônicos para possibilitar a coleta de dados individuais do consumo de suplemento (Figura 1).

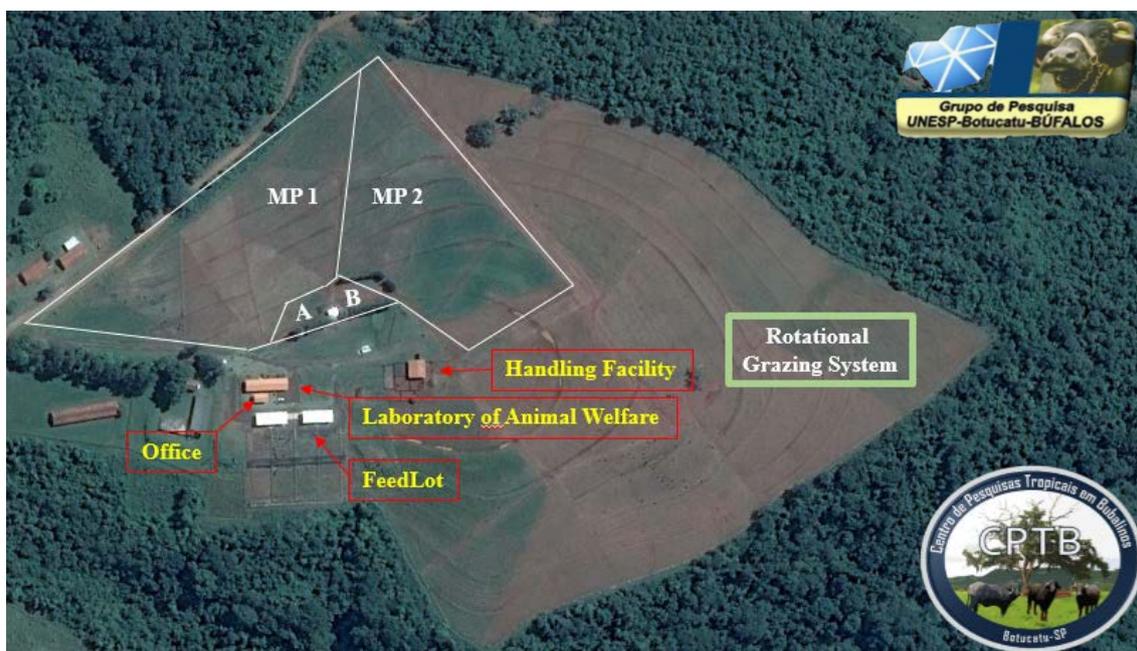


Figura 1. Detalhes da área experimental: Módulo de pastejo 1 (MP1), módulo de pastejo 2 (MP2) e localização do sistema eletrônico de alimentação (A) e área de descanso (B).

Antes dos animais iniciarem o pastejo de cada piquete, foi realizado o monitoramento da interceptação de luz pela forragem por meio do equipamento analisador de dossel (AccuPAR model LP-80 PAR/LAI) no intervalo das 11 às 13 horas. As medições da radiação fotossinteticamente ativa (RFA $\mu\text{mol de m}^{-2} \text{s}^{-1}$) foram realizadas em diferentes pontos representativos de cada piquete, acima e abaixo do dossel para cálculo da interceptação luminosa.

Animais e condução do experimento

Foram utilizados 40 bubalinos (*Bubalus bubalis*) contemporâneos da raça Jafarabadi, machos não-castrados com $13 \pm 1,5$ meses de idade. Chegando ao centro de pesquisa, os animais tiveram seus pesos aferidos, identificados individualmente com brincos eletrônicos e seguidamente divididos em dois grupos uniformes de vinte animais cada e alocados nos dois módulos de pastejo (Figura 2).

O primeiro grupo recebeu suplemento energético na proporção de 0,6%/PV com 15% de PB à base de milho, ureia e mistura mineral. Essa proporção de suplemento supria a exigência para ganho estimado de $1\text{kg}\cdot\text{animal}^{-1}$ previsto pela simulação no programa CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System) (Tabela 2). Para o segundo grupo de animais, ofertou-se suplemento mineral na proporção de 0,07%/PV. Durante todo o período de adaptação os suplementos eram fornecidos nos cochos eletrônicos. A adaptação dos animais à estrutura, à dieta e ao manejo foi de 60 dias.



Figura 2. Aplicação dos brincos eletrônicos (A), teste de sintonia com o bastão de identificação (B) rebanho reunido após o manejo (C).

Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes e características nutricionais do suplemento

Item	Matéria Seca, %MS
Ingredientes	
Milho grão moído	86,44
Uréia	2,32
Calcário	1,72
Fosfato Bicálcico	0,79
Cloreto de Sódio	4,49
Suplemento Mineral ¹	4,24
Nutrientes², %MS	
Matéria Seca	89,62
Proteína Bruta	15,00
Energia Metabolizável, Mcal/kg MS	2,57
Fibra em Detergente Neutro	9,29
Cálcio	1,52
Fósforo	0,84

¹Composição do suplemento mineral (kg do produto) 138g Ca, 80g P, 5g Mg, 17g S, 140g Na, 215g Cl, 12mg Se, 650mg Cu, 826mg Fe, 2400mg Zn, 1500mg Mn, 150mg I, 80mg Co, 900mg Fl.

²Valores calculados pelo NRC (2000).

Sistema eletrônico de alimentação

O sistema eletrônico de alimentação (Intergado®, Minas Gerais, Brasil) consiste em um cocho de plástico de polietileno acoplado em estrutura confeccionada a partir de alumínio extrudado. Abaixo de cada cocho, havia uma balança composta por um conjunto de células de carga que possuía a função de medir a taxa de desaparecimento do suplemento consumido. Cada cocho eletrônico comportava a de suplementação de até dez animais. Barras de alumínio disposta de forma vertical e horizontal permitiam o acesso individual dos animais no ato do consumo do suplemento, possibilitando maior precisão e confiança na leitura de todos os dados de comportamento alimentar e de ingestão durante o estudo.

Em cada cocho eletrônico havia uma antena eletrônica emitindo um campo magnético com transmissão de dados via RFID (Radio-Frequency Identification) que permitia a identificação automática do transponder de identificação (brinco eletrônico) de cada animal ao consumir o suplemento (Figura 3).



Figura 3. Elementos que compõe o cocho eletrônico: brinco eletrônico (A), disposição das barras de alumínio permitindo a visita individual (B), localização das células de carga (C), antena eletrônica para identificação do brinco eletrônico (D).

O sistema permitia o acompanhamento em tempo real da quantidade de suplemento consumido, bem como o número, frequência e duração das visitas (visitas diárias durante todo período adaptativo), taxa de ocupação, horários preferenciais e monitoramento das sobras. Todos os dados registrados eram enviados por meio de transferência sem fio (Wi-Fi) para um coletor eletrônico e posteriormente transferidos via frequência de rádio para sede da empresa, onde eram processados e disponibilizados online via relatório de acompanhamento pelo software Excel, permitindo o supervisionamento do experimento em campo.

Ao término da fase de adaptação, foi observado dificuldades dos animais a habituarem-se às estruturas do sistema eletrônico, bem como o estabelecimento de visitas rotineiras ao cocho e uniformidade da quantidade de suplemento consumido. Com isso, para dar seguimento as fases subsequentes do experimento, houve a necessidade de selecionar os animais mais aptos a utilizarem os cochos eletrônicos, levando em consideração as frequências nas visitas diárias e consumo dos suplementos próximos do estimado pelo CNSPS.

Os dados metodológicos a seguir, descrevem dois experimentos executados de forma simultânea, sendo: o primeiro experimento (Experimento I) realizado com bubalinos confinados em baias individuais e o segundo (Experimento II) realizado com bubalinos em sistema de pastejo.

Experimento I

Para este ensaio, foram utilizados 6 bubalinos da raça Jafarabadi, machos não-castrados com $13 \pm 1,5$ meses de idade e $291 \pm 24,20$ kg de PV, provenientes do mesmo grupo contemporâneo de animais alocados nos módulos de pastejo, dos quais não se adaptaram ao sistema eletrônico de alimentação. Os animais foram deslocados para a Estação Experimental da Fazenda Lageado (Unidade pertencente ao Centro de Pesquisas Tropicais em Bubalinos) e alojados casualizadamente em baias individuais semi-cobertas com telhas de barro, piso de concreto revestido de borracha nas dimensões de 3 x 3 m e dotados de comedouro e bebedouros individuais (Figura 4).

Os animais foram divididos em dois tratamentos, sendo: tratamento um composto por três bubalinos recebendo suplemento energético na proporção de 0,6% do PV com 15% de PB à base de milho, ureia e mistura mineral, suprimindo a exigência para ganho estimado de $1\text{kg}\cdot\text{animal}^{-1}$ previsto pela simulação no programa CNCPS e o tratamento dois composto por três bubalinos recebendo suplemento mineral na proporção de 0,07% do PV.

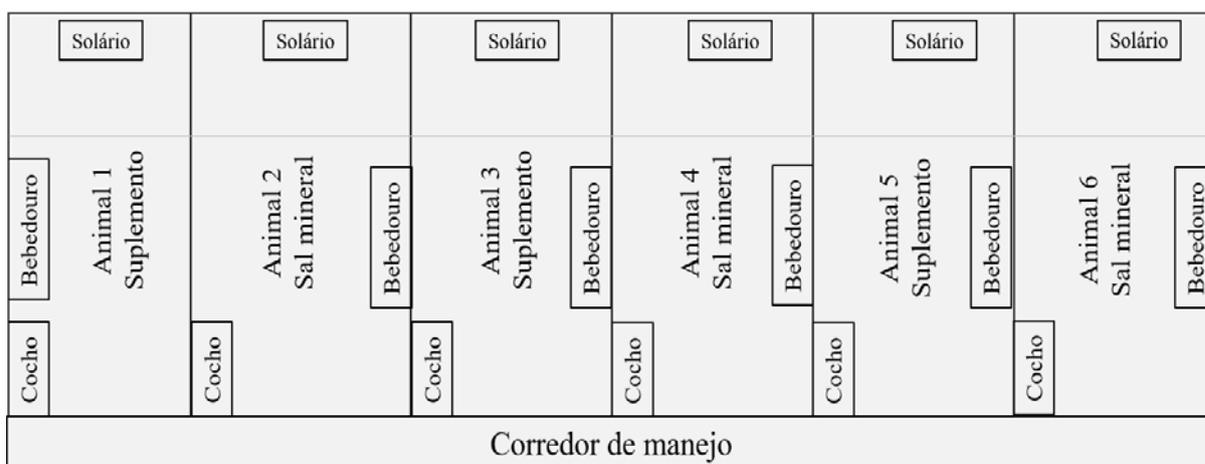


Figura 4. Croqui das baias individuais e tratamentos no experimento I.

Como fonte de volumoso, os animais receberam 2,0%/PV de feno de capim-xaraés (*Urochloa brizantha* cv. Xaraés) com 45 dias de descanso e aproximadamente 55 cm de altura no momento do corte. O volumoso ofertado era ajustado diariamente a fim de manter uma sobra de cerca de 10% do total, preconizando o consumo *ad libitum*. O consumo de matéria seca do feno e do suplemento de cada animal foram calculados diariamente pela diferença entre oferta e sobra. As sobras foram coletadas diariamente, pesadas e amostradas em 10% para posteriores análises.

Para este ensaio, considerou-se um período de adaptação de vinte e oito dias e cinquenta e oito dias para coleta de dados divididos em três períodos, sendo: para o primeiro e segundo período de coleta, os suplementos foram ofertados de forma fixa para cada animal (de acordo com o previsto pela CNCPS) e variável no terceiro período de coleta.

A variação no terceiro período teve como objetivo intercalar dias de alto e baixo consumo dos suplementos. A partir da oscilação observada, foi possível estabelecer um estudo sobre o efeito da variação da quantidade de suplemento e do marcador consumido na estimativa do consumo de matéria seca de feno em bubalinos confinado (Tabela 3).

Tabela 3. Oferta fixa (Período 1 e 2) e variável (Período 3) de suplemento energético e mineral durante os três períodos experimentais

Dias	Oferta de suplemento, % PV					
	Período 1		Período 2		Período 3	
	Energético	Mineral	Energético	Mineral	Energético	Mineral
5	0,60	0,07	0,60	0,07	0,20	0,14
6	0,60	0,07	0,60	0,07	0,60	0,20
7	0,60	0,07	0,60	0,07	1,00	0,07
8	0,60	0,07	0,60	0,07	0,60	0,07
9	0,60	0,07	0,60	0,07	0,60	0,07
10	0,60	0,07	0,60	0,07	0,60	0,07

Experimento II

Para este ensaio foram utilizados 21 bubalinos (*Bubalus bubalis*) da raça Jafarabadi, machos não-castrados com $13 \pm 1,5$ meses de idade e com $319,96 \pm 44,75$ kg PV. Os animais que participaram desse experimento foram provenientes do grupo de animais mais adaptados ao uso dos cochos eletrônicos, mantendo visitas diárias constantes e consumo do suplemento uniforme de acordo com o previsto pelo CNCPS.

Para execução desse experimento os animais selecionados foram mantidos na mesma área experimental onde se encontravam no período de adaptação e seguidamente divididos em dois tratamentos, sendo: tratamento um (alocados no módulo de pastejo 1-MP1) composto por onze bubalinos recebendo suplemento energético na proporção de

0,6% do PV com 15% de PB à base de milho, ureia e mistura mineral, no qual supria a exigência para ganho estimado de $1\text{kg}\cdot\text{animal}^{-1}$ previsto pela simulação no programa CNCPS, e tratamento dois (alocados no módulo de pastejo 2 – MP2) composto por dez bubalinos recebendo suplemento mineral na proporção de 0,07% do PV.

Para este ensaio, considerou-se um período de adaptação de vinte e oito dias e trinta e quatro dias para coleta de dados, divididos em dois períodos experimentais.

Para o manejo do pasto, preconizou-se um período de descanso (PD) de 28 dias e período de ocupação (PO) variável com controle de entrada e saída dos animais dos piquetes determinado por meio da altura de resíduo de 10 a 15 cm pós-pastejo. Todos os animais permaneceram em seus respectivos módulos de pastejo durante todo período experimental, com lotação fixa de 4,3 UA/ha.

Foram obtidos amostras da forragem antes e após o pastejo com o lançamento de moldura metálica (1,00 x 0,50 m), segundo a metodologia de McMeniman (1997), para a realização das análises químicas. A pesquisa buscou uma oferta de forragem (OF) de 6% do PV para ambos tratamentos. As amostras de forragens foram submetidas à análise no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Júlio de Mesquita Filho (FMVZ – UNESP), câmpus de Botucatu para determinação dos teores de matéria seca (MS), nutrientes digestíveis totais (NDT%), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) de acordo com a metodologia descrita pela A.O.A.C. (1990), e fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) e lignina, de acordo com a metodologia descrita por Van Soest et al. (1991).

Estimativa da produção de matéria seca fecal

Para determinação da matéria seca fecal, foi utilizado o marcador externo óxido crômico (Cr_2O_3) misturado ao suplemento mineral (5% com base na matéria natural) e ao suplemento energético (0,5% com base na matéria natural), fracionados em duas doses diárias (às 08h00 e às 16h00). Para o experimento I, os suplementos foram ofertados individualmente em cochos de concreto de acordo com cada tratamento. Enquanto que, para o experimento II, foram ofertados em dois cochos eletrônicos na quantidade proporcional ao peso de cada animal. Para ambos experimentos, a mistura foi fornecida por um período de dez dias consecutivos referente ao cada período experimental (sete dias de adaptação do animal ao marcador misturado ao suplemento e

três dias de coleta das fezes) segundo a metodologia de Ferreira et al. (2009). No experimento II, apesar da suplementação ser coletiva, o acesso dos animais aos cochos eletrônicos acontecia de forma individual, possibilitando o conhecimento da quantidade exata de suplemento consumido diariamente.

Após sete dias de adaptação, foram coletadas amostras de fezes (100 a 250 g) simultaneamente em ambos experimentos entre o oitavo e o décimo dia após o início do fornecimento do marcador, seguindo os horários de coleta: 8º dia - 16h00, 9º dia - 12h00 e 10º dia - 08h00.

Para o experimento I, a coleta de amostra fecal destinada a estimativa da produção fecal total foi realizada diretamente da ampola retal de cada animal em sua respectiva baia. Além disso, realizou-se a coleta total de fezes três vezes ao dia (manhã, tarde e noite) compreendendo todos os dias de fornecimento do óxido crômico em cada período de coleta. Enquanto que, para o experimento II, os animais que se encontravam em pastejo nos respectivos horários de coleta, foram deslocados para área de descanso, onde se procedeu a coleta de amostras de fezes frescas diretamente da superfície do bolo fecal (sem ter contato com o solo ou impurezas), assim que o animal defecava ou diretamente da ampola retal (animais dóceis), sem a necessidade de contenção, a fim de evitar estresse e interferências no comportamento alimentar dos animais.

Após a coleta de fezes de ambos experimentos, as mesmas foram pesadas, devidamente identificadas e armazenadas à temperatura de - 10°C para posteriores análises.

Além de amostras de fezes, foram coletadas amostras dos suplementos ofertados e recusados de ambos experimentos do respectivo dia de coleta de fezes para posteriores análises.

No Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, as amostras de fezes foram submetidas a pré-secagem a 65° C por 72 horas em estufa com ventilação forçada. As amostras de fezes e suplementos processados em moinho tipo “ciclone” (Modelo SL-37) com peneiras de porosidade de 2 mm (Casali et al., 2008) e analisadas individualmente quanto ao teor de cromo de acordo com os respectivos horários de coleta pelo método colorimétrico descrito por Bremer Neto et al. (2005).

A excreção de matéria seca fecal estimada foi obtida por meio da equação 1:

$$\text{Matéria seca fecal (g/dia)} = \frac{\text{Quantidade fornecida do indicador (g)}}{\text{Concentração do indicador nas fezes (\%)}} \times 100$$

Estimativa do consumo de matéria seca de forragem

O consumo individual de forragem dos animais de ambos experimento, foram calculados utilizando o marcador interno fibra em detergente neutro indigestível (FDNi). Para determinação da FDNi, amostras de fezes, forragens e dos suplementos ofertados foram pesadas em sacos de tecido não tecido (TNT) nas dimensões de 4,0 x 5,0 cm (40 cm² de área exposta com duas faces) com gramatura 100g/m² e incubados em “*in situ*”, em triplicata, por 144 horas em rúmen de três fêmeas de espécie bubalina fistuladas (420 ± 25 kg e idade 5 anos e meio) pertencentes a Fazenda experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá – PR. Após o tempo pré-determinado, os sacos foram retirados do rúmen, lavados em água corrente até que estes se encontrassem totalmente límpidos e colocados em estufa de ventilação forçada a 60° C por 48 horas para redução do teor de umidade. Após secagem, os sacos tiveram suas massas anotadas e foram posteriormente submetidos à extração em detergente neutro, por 60 minutos em aparelho analisador de fibras Ankon® Technology, de acordo com a metodologia proposta por Mertens (2002).

O consumo de matéria seca de forragem foi obtido por meio do cálculo da equação 2.

$$\text{CMSF (kg/dia)} = \frac{(\text{EF} \times \text{FDNiFezes}) - \text{FDNiSuplemento}}{\text{FDNiForragem}}$$

Em que: consumo de matéria seca de forragem (CMSF), excreção fecal (EF), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e consumo de matéria seca de suplemento (CMSS).

A produção de matéria seca fecal e o consumo de matéria seca do feno dos animais do experimento I foram estimados e seguidamente comparados aos valores obtidos pela coleta total, servindo para validação da metodologia utilizada na estimativa do consumo de matéria seca de forragem dos animais em sistema de pastejo.

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo, sendo o animal considerado como unidade experimental. Inicialmente, os dados foram testados para confirmação da normalidade com o teste Shapiro-Wilk por meio do procedimento UNIVARIATE do SAS (versão 9.4, SAS Inst.Inc., Cary, NC). Os resultados indicaram que todos os dados foram distribuídos normalmente ($W \geq 0,90$). Todos os dados das variáveis estudadas foram analisados utilizando o procedimento PROC MIXED do SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC) e comando *Satterthwaite* para determinar os graus de liberdade do denominador para testes de efeito fixo.

O modelo utilizado incluiu como efeito fixo a suplementação, método de predição, período de coleta, dia de coleta e todas as interações resultantes. Utilizou-se animal(suplementação*método) como variável aleatória e o termo específico para as medidas repetidas foi “dia de coleta” (8°,9° e 10°), sendo o animal(período de coleta) utilizado como “subject”. A estrutura de covariância utilizada para todas as repetições foi a autorregressiva [AR(1)], a qual forneceu o melhor ajuste para as análises de acordo com o critério de informação Akaike (AIC). Os resultados foram reportados como média dos quadrados mínimos (LSMEANS) e separados utilizando a opção de probabilidade de diferenças (PDIFF). Os efeitos foram considerados como significativos se $P \leq 0,05$.

As equações para estimativa da produção de fezes, bem com o consumo de matéria seca de forragem foram desenvolvidas pela análise de regressão linear múltipla, utilizando-se o método passo a passo (*stepwise*) por meio do procedimento PROC REG do SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC). As variáveis independentes utilizadas foram: concentração de óxido crômico nas fezes; concentração de óxido crômico nos suplementos (mineral e/ou suplemento energético); consumo de matéria seca de suplemento e do marcador de acordo com os dias de pré-coleta e fibra em detergente neutro indigestível (volumoso, fezes e suplemento). As equações foram selecionadas considerando o coeficiente de determinação do modelo (R^2), o erro padrão de predição (EPP), e a estatística C_p ($SQR/S^2 + 2p - n$), em que: SQR é a soma de quadrado de resíduo; S^2 é a variância residual; p é o número de variáveis independentes do modelo, incluindo o intercepto; n é o número de registros. A estatística adotada foi a mesma descrita por MacNeil (1983), onde a escolha de equações foi determinada observando o

maior coeficiente de determinação, menor variância residual, menor número de variáveis independentes, com o objetivo de encontrar modelos onde C_p seja próxima de p , com p mínimo (quanto menor o valor de C_p , melhor a equação).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I

Os valores médios para a composição bromatológica do feno do capim-xaraés consumido por bubalinos de ambos tratamentos, se encontram descritos na tabela 4.

Tabela 4. Composição bromatológica do feno de capim-xaraés consumido por bubalinos confinados em diferentes períodos

Nutrientes	Feno de capim – Xaraés, % MS ¹		
	Período 1	Período 2	Período 3
PB ²	3,94	4,31	4,31
EE ³	3,27	2,78	2,23
FDN ⁴	73,14	71,87	70,78
FDA ⁵	38,12	38,46	37,93
MM ⁶	8,84	9,71	8,74
NDT ⁷	34,60	34,44	35,91

¹MS = Matéria seca;

²PB = Proteína bruta;

³EE = Extrato etéreo;

⁴FDN = Fibra em detergente neutro;

⁵FDA = Fibra em detergente ácido;

⁶MM = Matéria mineral;

⁷NDT = Nutrientes digestíveis totais.

Observou-se baixo teor de proteína bruta e alta quantidade de fibra em detergente neutro do feno de capim-xaraés ao longo dos três períodos de coleta, o que pode ser considerado crítico quando levado em consideração que o mínimo de proteína exigido pelos ruminantes para atender às exigências nutricionais de manutenção é de 7 a 8% (Detmann et al., 2010) e de 55 a 60% de FDN para limitar o consumo voluntário de forragem (Van Soest, 1994).

A alteração da composição química do feno pode ser decorrente da altura de corte realizada a 55 cm e tempo de descanso de 45 dias no qual a forragem foi submetida, possibilitando maior desenvolvimento de colmo e acúmulo de material

senescente. Além disso, essas alterações também podem estar relacionadas às fases necessárias a produção do material a ser conservado, em que as perdas de água, carboidratos solúveis e ácidos orgânicos iniciam-se desde o ponto de corte e são mais acentuadas até o término da secagem e seguido armazenamento.

O consumo de matéria seca de suplemento dos bubalinos confinados por tratamento para o primeiro e segundo período de coleta estão apresentados na figura 5 e 6 e o consumo dos suplemento por animal no terceiro período estão apresentados na figura 7 e 8.

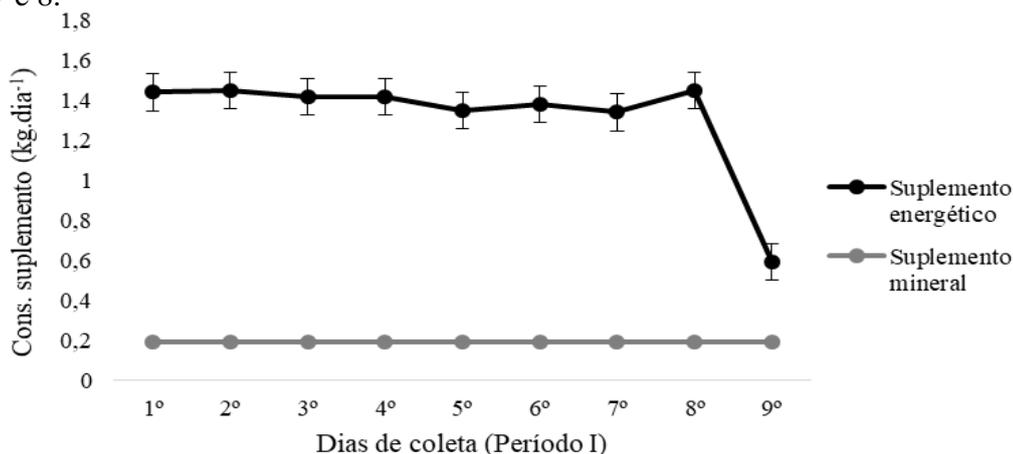


Figura 5. Consumo de suplemento energético e mineral de bubalinos confinados em função dos dias de coleta (Período I).

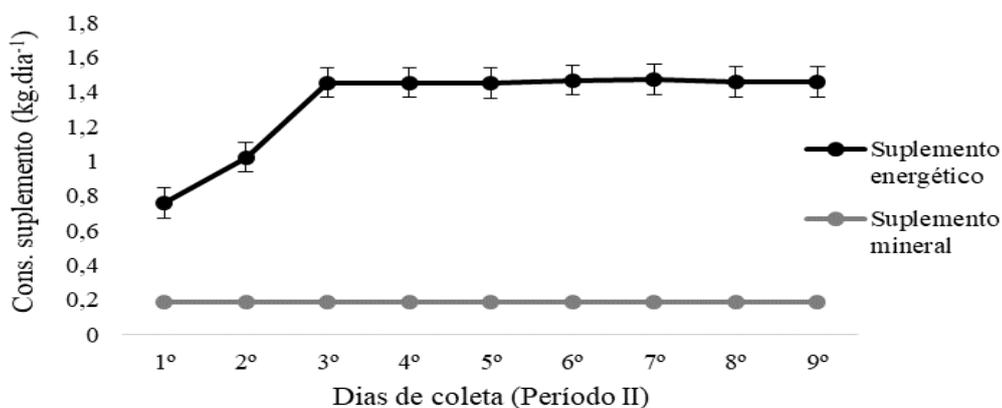


Figura 6. Consumo de suplemento energético e mineral de bubalinos confinados em função dos dias de coleta (Período II).

De acordo com a figura 5, observa-se leve variação no consumo do suplemento energético durante os dias iniciais de fornecimento do marcador para o primeiro período de coleta, ocorrendo queda no consumo do oitavo ao nono dia. O mesmo comportamento foi observado no segundo período de coleta apresentado na figura 6, em que o consumo de suplemento energético apresentou variações do primeiro ao terceiro dia, mas permaneceu constante ao longo dos dias de coleta. Sugere-se que a alteração do

consumo do suplemento energético no nono dia do primeiro período de coleta pode ser em consequência da presença humana por ocasião da coleta de fezes iniciada no oitavo dia.

Para o terceiro período de coleta, demonstrado na figura 7 e 8, nota-se que houve variação da ingestão do suplemento em ambos tratamentos, partindo de 0,500 a 2,50 kg.dia⁻¹ (0,2 a 1,0 %/PV, respectivamente) para os bubalinos que receberam suplemento energético e de 0,200 a 0,600 kg.dia⁻¹ (0,07 a 0,20 %/PV, respectivamente) para os bubalinos que receberam suplemento mineral, correspondendo com a simulação proposta na metodologia.

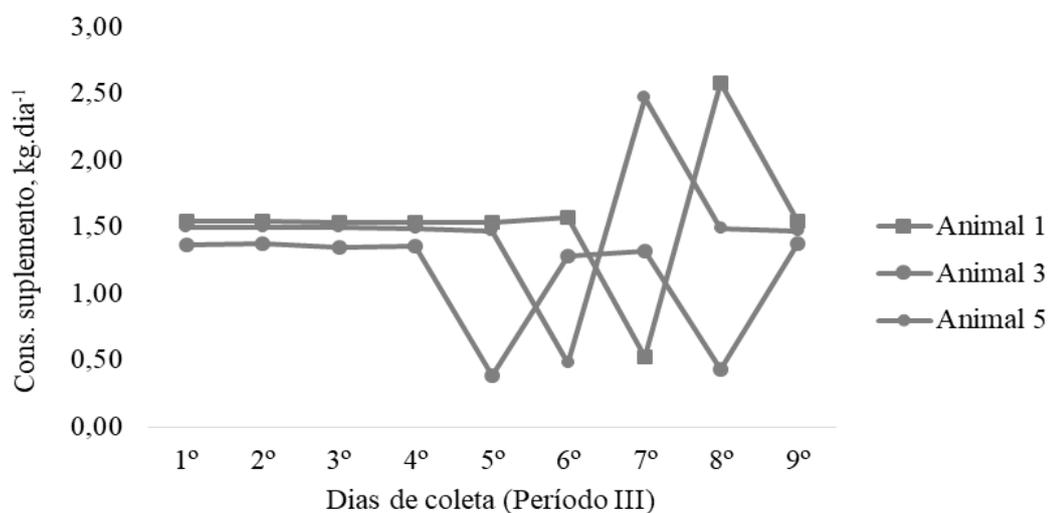


Figura 7. Consumo individual de suplemento energético de bubalinos confinados em função dos dias de coleta (Período III).

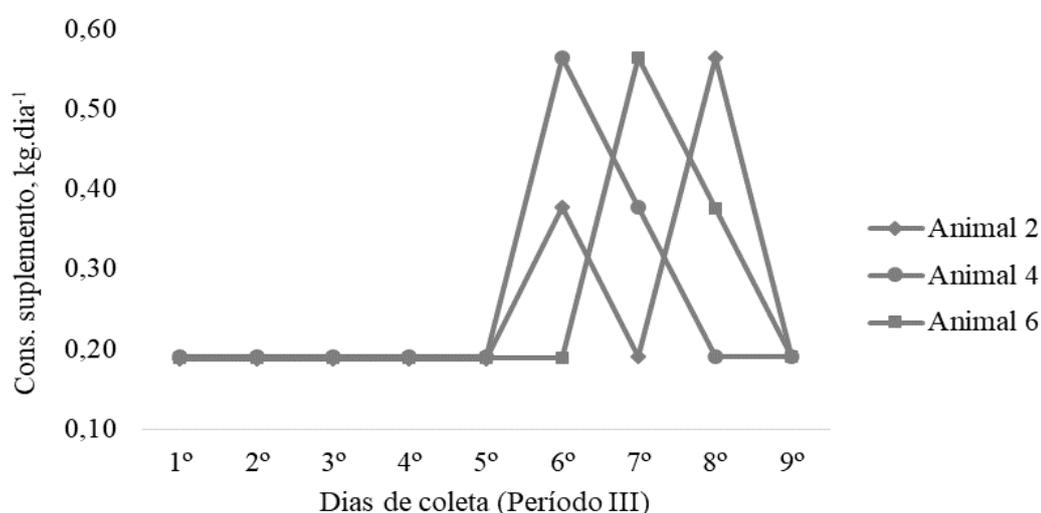


Figura 8. Consumo individual de suplemento mineral de bubalinos confinados em função dos dias de coleta (Período III).

Admitindo-se que a quantidade de suplemento ofertada diariamente, de acordo com o previsto pela simulação no programa CNCPS, foi calculada tendo em vista o peso vivo médio dos animais de cada tratamento (0,6 % de suplemento energético e 0,07 % de sal mineral) e que a dosagem de Cr_2O_3 fornecida estava misturada à dieta, verificou-se que, além do consumo observado dos suplementos se apresentarem diferente do previsto, sugere-se que a ingestão do óxido crômico também pode ter apresentado variação na mesma proporção, resultando em valores de produção fecal e consumo de matéria seca de feno não representativos da coleta total.

O consumo de matéria seca de feno é resultado do produto entre a excreção fecal e a fração indigestível das fezes, além da relação destas com o componente indigestível da forragem. Logo, a variação na estimativa da produção fecal está intimamente dependente do consumo de suplemento e a concentração do marcador recuperado nas fezes, ou seja, a medida em que há desuniformidade na quantidade de suplemento consumido, observa-se variações proporcionais nas concentrações do marcador recuperado nas fezes. Dessa forma, o consumo de matéria seca de feno estimado torna-se variável não representativa das condições reais em quais os animais estão submetidos.

Pesquisas relatam variabilidade na recuperação de Cr_2O_3 (Owens e Hanson, 1992) nas amostras fecais, no entanto, coletar amostras de fezes em horários distintos podem contornar a variação diurna no padrão fecal da excreção (Titgemeyer, 1997; Kozloski et al., 2006) e obter resultados que representam a quantidade real de fezes produzida bem como consumo de feno. Entretanto, neste estudo, apesar de as coletas de amostras fecais terem sido realizadas em horários intercalados, por um período de três dias (8º dia - 16h00, 9º dia - 12h00 e 10º dia - 08h00), a superestimativa da produção fecal e consumo de feno não necessariamente refletem o efeito dos horários das coletas, mas sim da desuniformidade do consumo de suplemento pelos animais.

Além de estimar a produção de fezes e o consumo de feno pelas equações indiretas do marcador (equação 1 e 2 citadas na metodologia, respectivamente), adotou-se o método estatístico de regressão passo a passo no desenvolvimento de equações que compreendesse no modelo matemático, a variação da ingestão diária dos suplementos durante todo o terceiro período de coleta (Tabela 5 e 6).

Coefficientes de determinação mais elevados e menores erros padrão de predição, foram obtidos quando se analisou os tratamentos separadamente.

Tabela 5. Equações para estimativa da produção de fezes de bubalinos confinados recebendo suplemento energético e/ou suplemento mineral

Variável	Equações ²	Estatística ³		
		R ²	EPP	C _P
<i>Suplemento energético</i>	Eq. 1			
PF ¹	$3,36 + 0,70*(Cr_{Fezes}) - 9,17*(Cr_{Suplemento}) - 3,25*(ConsCr_{1d}) - 0,09*(ConsCr_{2d}) + 0,27*(ConsCr_{3d}) + 0,89*(ConsCr_{6d}) + 0,08*(ConsCr_{7d}) - 0,15*(ConsCr_{8d}) + 23,75*(S_{1d}) + 0,71*(S_{2d}) - 1,83*(S_{3d}) - 3,43*(S_{6d}) + 0,95*(S_{8d}) + 0,01*(FDNi_{Fezes}) - 0,01*(FDNi_{Feno})$	0,97	0,10	11,58
<i>Suplementação mineral</i>	Eq. 2			
PF	$- 1,30 - 0,62*(Cr_{Fezes}) - 0,20*(ConsCr_{1d}) + 0,01*(FDNi_{Fezes}) + 0,21*(FDNi_{Suplemento})$	0,37	0,26	- 1,11
<i>Todos os tratamentos</i>	Eq. 3			
PF	$- 0,80 - 0,43*(Cr_{Fezes}) - 0,18*(ConsCr_{1d}) + 0,18*(ConsCr_{3d}) - 0,11*(ConsCr_{5d}) + 1,51*(S_{1d}) - 1,13*(S_{3d}) + 0,89*(S_{5d}) + 0,75*(S_{6d}) + 0,48*(S_{7d}) + 0,23*(S_{8d}) + 0,02*(FDNi_{Fezes}) + 0,13*(FDNi_{Suplemento}) - 0,03*(FDNi_{Feno})$	0,73	0,24	9,57

¹PF = Produção de fezes, kg.MS.dia⁻¹;

²Cr_{Fezes} = Concentração de óxido crômico nas fezes, %; ConsCr_{2d} a ConsCr_{8d} = Consumo de óxido crômico do 2º ao 8º dia de adaptação à dieta com óxido crômico, g.dia⁻¹; S_{2d} a S_{8d} = Consumo de matéria seca de suplemento do 2º ao 8º dia de adaptação à dieta com óxido crômico, kg.dia⁻¹; FDNi_{Suplemento} = Fibra em detergente neutro indigestível no suplemento, %; FDNi_{Fezes} = Fibra em detergente neutro indigestível nas fezes, %; FDNi_{Feno} = Fibra em detergente neutro indigestível do feno, %;

³R² = Coeficiente de determinação; EPP = Erro padrão de predição e C_P = C_P de Mallows.

Tabela 6. Equações para estimativa do consumo de matéria seca de feno de bubalinos confinados recebendo suplemento energético e/ou suplemento mineral

Variável	Equações ²	Estatística ³		
		R ²	EPP	C _p
<i>Tratamento Suplemento</i>	Eq. 1			
CMSF ¹	0,32 - 1,32*(Cr _{Fezes}) + 0,04*(ConsCr _{2d}) - 0,73*(ConsCr _{4d}) + 0,76*(ConsCr _{6d}) + 0,04*(ConsCr _{8d}) + 5,6*(S _{4d}) - 3,35*(S _{6d}) + 0,02*(FDNi _{Fezes}) - 0,05*(FDNi _{Feno})	0,95	0,21	- 0,74
<i>Tratamento Sal mineral</i>	Eq. 2			
CMSF	- 96,34 - 5,82*(Cr _{Fezes}) - 0,72*(ConsCr _{3d}) + 31,77*(ConsCr _{5d}) - 52,15*(ConsCr _{7d}) + 20,44*(ConsCr _{8d}) + 905,34*(S _{7d}) - 356,34*(S _{8d}) + 0,09*(FDNi _{Fezes}) - 0,11*(FDNi _{Feno})	0,72	0,44	8,86
<i>Todos os tratamentos</i>	Eq. 3			
CMSF	1,41 - 1,25*(Cr _{Fezes}) + 0,22*(ConsCr _{2d}) + 0,08*(ConsCr _{8d}) - 1,38*(S _{2d}) + 0,77*(S _{4d}) + 0,09*(FDNi _{Fezes}) - 0,08*(FDNi _{Feno})	0,51	0,55	1,84

¹CMSF = Consumo de matéria seca de feno, kg.dia⁻¹;

²Cr_{Fezes} = Concentração de óxido crômico nas fezes, %; IngCr_{2d} a IngCr_{8d} = consumo de óxido crômico do 2º ao 8º dia de adaptação à dieta com óxido crômico, g.dia⁻¹; S_{2d} a S_{8d} = consumo de matéria seca de suplemento do 2º ao 8º dia de adaptação à dieta com óxido crômico, kg.dia⁻¹; FDNi_{Fezes} = fibra em detergente neutro indigestível nas fezes, %; FDNi_{Feno} = fibra em detergente neutro indigestível do feno, %;

³R² = Coeficiente de determinação; EPP = Erro padrão de predição e C_p = C_p de Mallows.

Esse fato pode ser explicado uma vez que o método considera a utilização de subconjuntos de variáveis, no qual contemplou proporcionalmente as oscilações observadas no consumo de suplemento e marcador. Neste caso, em que houve variação do consumo de suplemento, como proposto metodologicamente no terceiro período de coleta, a utilização das equações indiretas do marcador podem levar a indução de erros nas estimativas, uma vez que não considera a disparidade observada na ingestão dos suplementos.

Na tabela 7 estão apresentados os valores médios da produção de fezes e consumo de matéria seca de feno obtido pelo método de regressão passo a passo e método indireto do marcador em contraste com os valores médios da coleta total para bubalinos confinados recebendo suplementação energética e/ou mineral.

Não foi observado efeito significativo ($P = 0,561$) para o consumo voluntário de matéria seca de feno de bubalinos recebendo suplemento energético em comparação à aqueles que receberam suplemento mineral (3,88 x 4,10 kg/MS, respectivamente) obtidos pela coleta total. Entretanto, observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) entre os tratamentos para a produção fecal obtido pela coleta total, em que bubalinos que receberam suplemento energético apresentaram produção de fezes superior àqueles recebendo suplementação mineral (1,99 x 1,70 kg/MS, respectivamente).

Sugere-se que, o menor consumo de matéria seca de feno pelos bubalinos que receberam suplemento energético foi devido ao efeito associativo de substituição parcial da forragem pelo suplemento. Uma vez observado o consumo de suplemento acima do previsto (0,6 %/PV), associado à baixa qualidade nutricional do feno, a suplementação energética poder ter influenciado o consumo negativamente. Segundo Paulino et al. (2010) o excesso de carboidratos de rápida fermentabilidade proporciona menor ingestão de fibra e menor quantidade de substrato para bactérias celulolíticas, resultando em possíveis distúrbios ruminais e conseqüentemente baixo aproveitamento da matéria seca potencialmente digestível.

Comportamento similar observado nesta pesquisa, foi relatado por Benez (2007) avaliando o consumo voluntário de feno por bovinos confinados e recebendo suplementação protéico-energético, em que ao nível de suplementação de 1,0 e 1,5 %/PV foi observado aumento da ingestão de matéria seca total, no entanto, não favorecendo a ingestão de matéria seca de feno, destacando-se o efeito substitutivo do volumoso pelo suplemento.

Tabela 7. Produção de fezes e consumo de matéria seca de forragem (coleta total), estimado pelo método *Cp* e estimado pelo marcador, de bubalinos confinados em baias individuais e recebendo suplementação energética e/ou mineral

Variáveis ¹	Suplementação						EPM ²	<i>P</i> -valor ³		
	Mineral			Energética				S	M	S x M
	Coleta total	<i>Stepwise</i>	Marcador	Coleta total	<i>Stepwise</i>	Marcador				
PF, kg/MS	1,70c	1,70c	2,31b	1,99c	1,99c	3,45a	0,111	0,001	<,0001	<,0001
CMSF, kg/MS	4,10b	4,10b	3,41c	3,8c	3,80c	4,53a	0,209	0,561	0,9795	<,0001

a,b Médias dos quadrados mínimos seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, significativo se $P < 0.05$.

¹PF = Produção de fezes; CMSF = Consumo de matéria seca de feno;

²EPM = Erro padrão da média;

³S = Efeito do tipo de suplementação; M = Efeito da Metodologia e S x M = Interação entre suplementação e metodologia.

Foi observado efeito de interação entre o tratamento e a metodologia utilizada para estimar a produção de fezes e o consumo voluntário de feno ($P < 0,0001$). As equações geradas pelo método de regressão melhor estimaram a produção fecal quando comparada com o método indireto do marcador em contraste com os valores médios de produção fecal obtidos pela coleta total (suplementação mineral, 1,70 x 2,31 x 1,70 kg/MS/fezes e suplementação energética, 1,99 x 3,45 x 1,99 kg/MS/fezes, respectivamente) uma vez que as equações levaram em consideração subconjuntos particulares referente a cada tratamento, além de abranger as oscilações observada no consumo dos suplementos no período III.

O método indireto do marcador superestimou os valores médios de produção fecal em 35,8% para animais recebendo suplemento mineral e 73,3% para os animais recebendo suplementação energética em comparação com a coleta total de fezes. Além disso, comparando os métodos de estimativa, o método indireto do marcador o subestimou em 16,8% o consumo de matéria seca de feno para os bubalinos que receberam suplementação mineral e superestimou em 19,2% para os que receberam suplementação energética em contraste com o consumo real de feno obtido pela coleta total proveniente da diferença entre o ofertado e o recusado.

Soares et al. (2003) comparando a técnica do óxido crômico e coleta total de fezes na determinação da digestibilidade em bovinos em três períodos de coletas, os autores relataram interação significativa entre técnica e períodos de avaliação, em que o método do indicador também superestimou produção fecal em 33,5% quando comparado ao método da coleta total para o segundo período de coleta e 113,2% para o terceiro período de coleta.

Valores médios da produção fecal obtidos pela coleta total e estimados de bubalinos confinados em baias individuais recebendo suplementação energética e/ou mineral, encontram-se descritos na figura 9, 10 e 11.

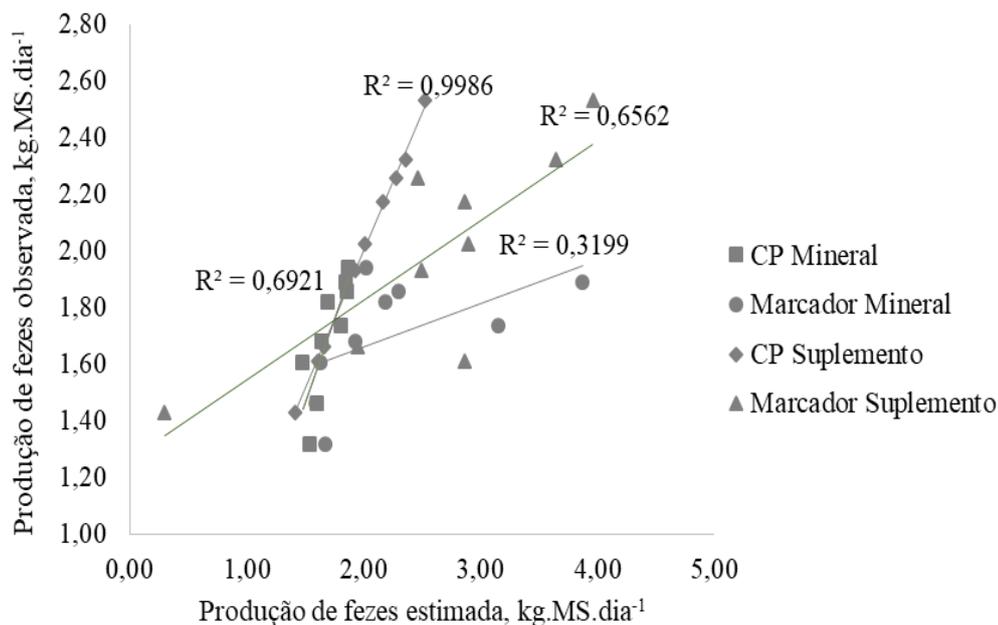


Figura 11. Valores médios da produção fecal de bubalinos confinados em baias individuais recebendo suplemento mineral e energético estimados pelo método *Cp* e método indireto do marcador.

Nas condições observadas nesta pesquisa, para ambos tratamentos a produção de fezes estimada pelo método indireto do marcador não obtiveram estimativas representativas quando comparado aos valores médios obtidos pela coleta total. Animais que receberam suplemento energético na proporção de 0,2, 0,6 e 1,0 %/P, durante o terceiro período de coleta, apresentaram valores médios de produção de fezes superestimadas pelo método indireto ($R^2 = 0,65$) quando comparado ao método *Cp* ($R^2 = 0,99$). O mesmo comportamento foi observado para os animais que receberam suplemento mineral, em que os valores médios de produção fecal obtido pelo método indireto do marcador superestimou a produção de fezes ($R^2 = 0,31$) quando comparado aos valores obtidos pela coleta total e pelo método *Cp* ($R^2 = 0,69$).

Dessa forma, estimar a produção de fezes, bem como o consumo de matéria seca de feno pelo método indireto do marcador é estimar valores que não representativos das condições reais em que os animais estavam submetidos, em virtude da variável resposta, consumo de feno, encontrar-se dependente da relação entre a concentração do marcador consumido e do recuperado para estimativa da produção fecal e, a relação desta com os compostos indigestíveis das fezes e dos alimentos.

Para os animais que receberam suplemento energético e mineral, obtiveram-se melhores estimativas na produção fezes utilizando a equação 1 e 2 ($R^2 = 0,95$ e $0,72$ e $EPP = 0,21$ e $0,44$, respectivamente), quando comparada a equação 3 ($R^2 = 0,51$ e $EPP =$

0,55). MacNeil (1983) descreve que o método estatístico de regressão passo a passo correlaciona o coeficiente de determinação com a variação residual, originando equações compostas por subconjuntos com valores que melhor predizem a variável em estudo.

A equações 1 e 2 (Suplementação energética e mineral, respectivamente) incluem no modelo matemático variáveis particulares de cada tratamento, como: a concentração do marcador nas fezes, ingestão de marcador na fase de adaptação à dieta, consumo de suplemento e fibra em detergente neutro indigestível das fezes e da forragem. Já a equação 3 (suplementação energética + mineral) incluem no modelo matemático uma única análise composta por subconjuntos de variáveis de ambos tratamentos para estimar a produção de fezes total. Nesse caso, a inclusão de subconjuntos de variáveis de ambos tratamentos em um mesmo modelo, apresentariam estimativas da produção de fezes não representativas dos valores médios observados, incorporando erros particulares relacionados a cada tratamento estudado.

Os valores de consumo de matéria seca de forragem observado e estimado de bubalinos confinados em baias individuais recebendo suplementação energética e/ou mineral se encontram na Figura 12, 13 e 14.

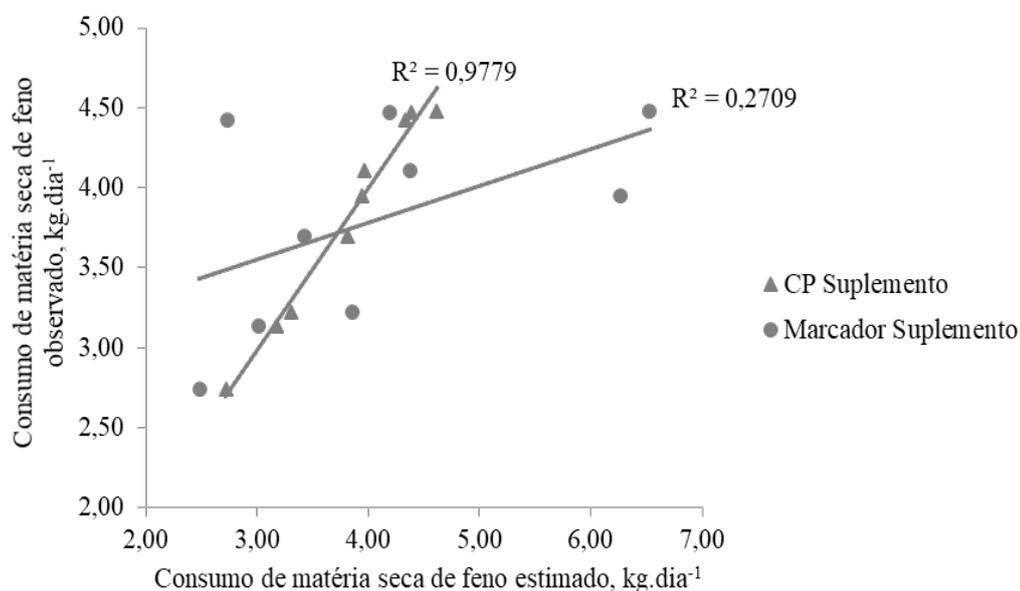


Figura 12. Consumo de matéria seca de feno de capim-xaraés de bubalinos confinados em baias individuais recebendo suplementação energética estimados pelo método de regressão (C_P suplemento) e método indireto do marcador (Marcador suplemento).

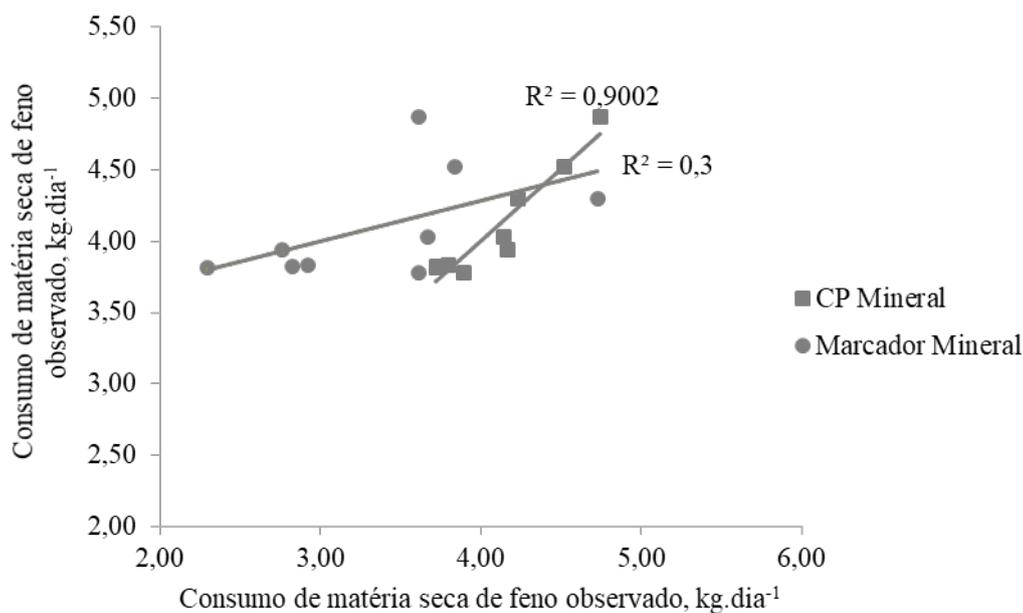


Figura 13. Consumo de matéria seca de feno de capim-xaraés de bubalinos confinados em baias individuais recebendo suplementação mineral estimados pelo método de regressão (C_P Suplemento) e método indireto do marcador (Marcador Suplemento).

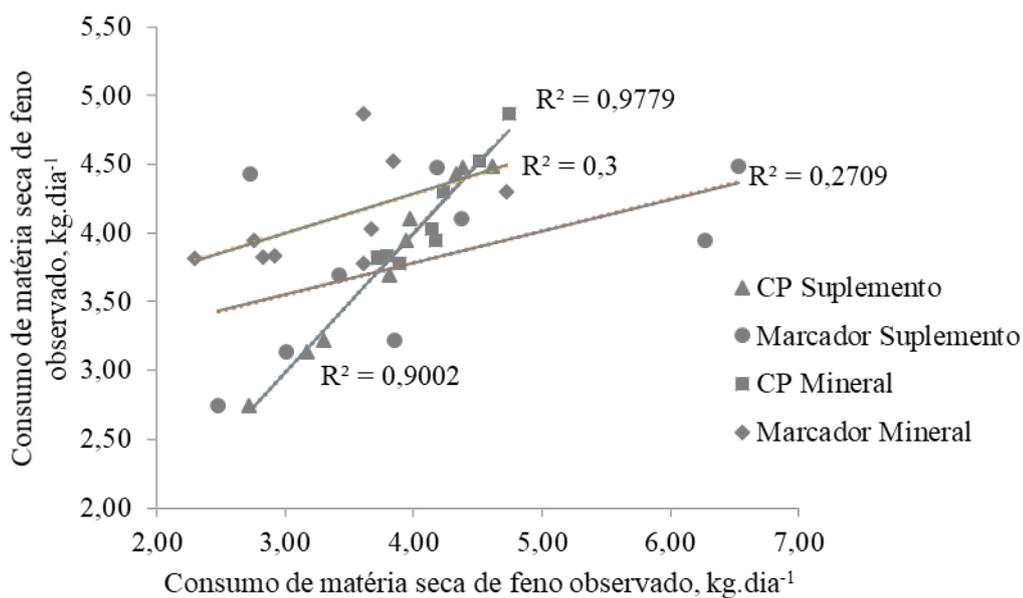


Figura 14. Consumo de matéria seca de feno de capim-xaraés de bubalinos confinados em baias individuais recebendo suplementação energética e/ou mineral estimados pelo método de regressão e método indireto do marcador.

Para as condições observada nesta pesquisa, em que houve variação no consumo dos suplementos, os valores médios de consumo de matéria seca de feno obtido pelo método indireto do marcador não apresentou estimativas similares quando comparado ao valores observados pela coleta total ($R^2 = 0,27$ e $0,30$, respectivamente). Por outro lado, o método de regressão resultou em maior precisão na estimativa do consumo de feno em animais recebendo suplemento energético e mineral ($R^2 = 0,97$ e $0,90$, respectivamente) quando comparado com os valores médio obtidos pela coleta total, mesmo com as variações na ingestão de suplemento apresentada no terceiro período.

Quando se utiliza a equação indireta do método do marcador para estimar o consumo voluntário de feno é necessário conhecimento da quantidade de fezes produzida que, por sua vez, é dependente da concentração do marcador recuperado. Nesse caso, variações no perfil nictemeral do marcador e oscilações na recuperação deste, principalmente nos dias referente à coleta de fezes, não são considerados pelo modelo matemático. Assim, devido ao comportamento infrequente da ingestão do suplemento, o máximo e o mínimo consumo não se autocompensariam, levando a superestimava dos valores de excreção fecal e consumo de volumoso, fato já descrito por Hopper et al. (1978) e Detmann (2001).

Experimento II

A produção e a composição química da forragem da área de pastejo referente a cada tratamento, encontram-se na tabela 8 e 9, respectivamente.

Houve diferença significativa na oferta de forragem por piquete e uma tendência na oferta por hectare para ambos tratamentos ($P = 0,01$ e $0,08$, respectivamente). Entretanto, não se observou diferença significativa quanto à disponibilidade por hectare ($P = 0,80$) e por piquete ($P = 0,49$) entre os tratamentos, sugerindo que os tratamentos estavam sob as mesmas condições de baixa disponibilidade de forragem.

No decorrer do período de adaptação, os animais apresentaram dificuldades em frequentar o sistema de alimentação eletrônico de forma rotineira, mantendo a periodicidade da busca pelos suplementos e estabilidade na quantidade consumida em cada visita de acordo com o previsto pelo CNCPS. Nesse caso, foi necessário estender o período de adaptação para se obter uma quantidade substancial necessária a execução das análises estatísticas. Entretanto, em consequência da extensão do período de adaptação, aliado aos baixos índices de precipitação pluviométrica, culminou no

superpastejo da forragem de ambos os tratamentos e redução dos ciclos de pastejo, ocasionando a queda na disponibilidade de forragem a cada novo ciclo.

Tabela 8. Valores quantitativos da produção de forragem do capim-xaraés pastejado por bubalinos sob método de pastejo rotacionado com taxa de lotação fixa

Variáveis	Suplemento			P
	Mineral	Energético	EPM ¹	
Oferta, kg/MS/piquete	370,45	512,11	51,28	0,01
Oferta, kg/MS/ha	1798,11	2176,77	214,62	0,08
Altura entrada, cm	28,53	33,78	3,22	0,11
Altura saída, cm	14,08	16,15	2,04	0,33
Resíduo, kg/MS/piquete	186,65	254,34	22,36	0,00
Resíduo, kg/MS/ha	904,78	1113,73	102,92	0,05
Interceptação, %	68,01	71,58	5,12	0,49
Desaparecimento, kg/MS/ha	893,33	951,55	231,30	0,80
Desaparecimento, kg/MS/piquete	183,81	221,02	53,21	0,49

¹EPM = Erro padrão da média

Tabela 9. Composição química do capim-xaraés pastejado por bubalinos sob método de pastejo rotacionado com taxa de lotação fixa

Nutrientes, %MS ¹	Suplementação							
	Energético				Mineral			
	Período 1		Período 2		Período 1		Período 2	
	Oferta	Resíduo	Oferta	Resíduo	Oferta	Resíduo	Oferta	Resíduo
PB	10,94	7,41	11,77	7,4	8,0	5,24	13,01	9,04
EE	1,97	1,53	1,93	1,10	3,31	2,13	2,92	2,80
FDN	70,39	73,94	64,50	71,4	69,86	77,02	62,71	76,22
FDA	42,45	46,07	32,63	36,60	36,02	45,08	33,75	44,17
MM	8,99	9,88	7,82	8,30	7,62	8,04	8,12	8,19
NDT	38,47	34,13	43,18	37,10	39,26	33,61	44,55	35,55

¹MS = Matéria Seca; PB = Proteína bruta; EE = Extrato etéreo; FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; MM = Matéria mineral; NDT = Nutrientes digestíveis totais.

Em termos quantitativos, a baixa disponibilidade de forragem ainda pode ser descrita pelos dados referente ao índice de interceptação luminosa, mensurado antes dos animais iniciarem a atividade de pastejo de cada piquete, em que ambos tratamentos apresentaram baixos índices (suplementação mineral, 68% e energética, 71,58%), além da baixa altura de entrada e saída (28,5 e 14,08 x 33,78 e 16,15 cm, respectivamente) dos piquetes ao longo do período experimental.

As variáveis que apresentaram maior consistência sobre a produção de forragem são altura e o índice de área foliar (IAF), especialmente em se tratando de gramíneas

forrageiras (Hodson, 1990). O índice de interceptação ótimo representa um valor em que toda a luz incidente (95%), com o mínimo de auto sombreamento, proporcionaria o máximo valor de taxa de crescimento da cultura (TCC, peso de matéria seca acumulado por unidade de área e tempo) e maior eficiência do uso da radiação fotossinteticamente ativa (Watson, 1958; Brown e Blaser, 1968; Rhodes, 1973).

Considerando que a disponibilidade e o valor nutritivo da forragem consumida pelos ruminantes tem grande impacto na quantidade de matéria seca ingerida (Lima et al., 2008), pastagens como menos que 2000 Kg/ha/MS, como observado neste estudo, causam interferência no comportamento de pastejo, decréscimos na quantidade de matéria seca ingerida e baixa eficiência na deposição de tecidos (Minson, 1990).

Observou-se alto teor de proteína bruta da forragem ofertada no decorrer dos períodos de coleta em ambos tratamentos, o que pode ser considerado alto quando levado em consideração que o mínimo de proteína exigido pelos ruminantes para atender às exigências nutricionais de manutenção é de 7 a 8% (Detmann et al., 2010). Valores aproximados para o teor de PB e FDN do capim-xaraés desta pesquisa também foi reportado por Marques da Silva (2015).

O consumo individual de suplemento diário de todos os animais de ambos tratamentos foi obtido por meio dos registros em relatórios disponibilizado via software da empresa Intergado. Nas figuras 15 e 16 (Suplementação mineral), 17 e 18 (Suplementação energética) estão apresentados o consumo individual de suplemento mineral e energético de acordo com o período de coleta.

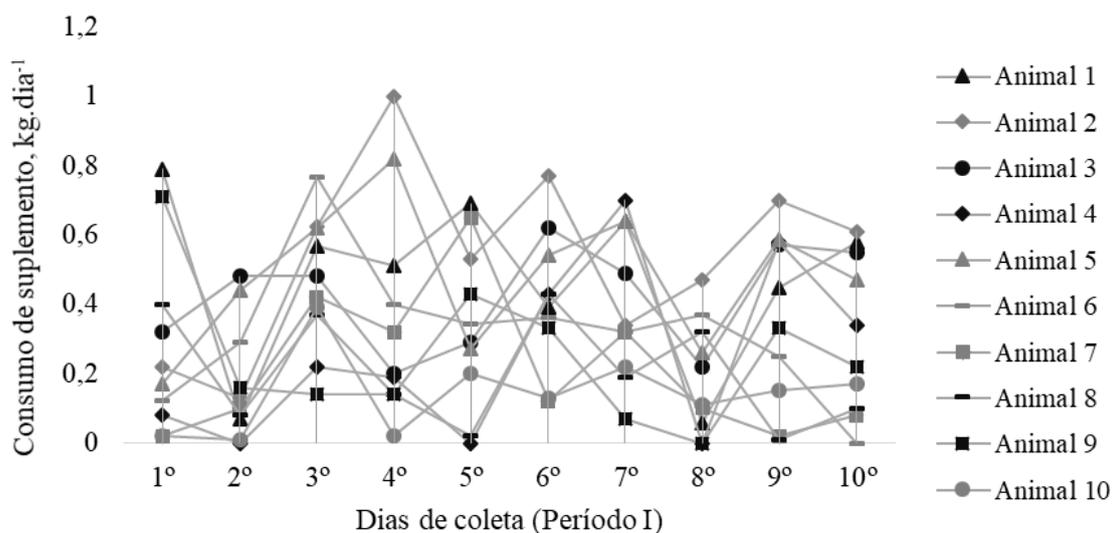


Figura 15. Consumo de suplemento mineral de bubalinos em pasto em função dos dias de coleta referente ao período I.

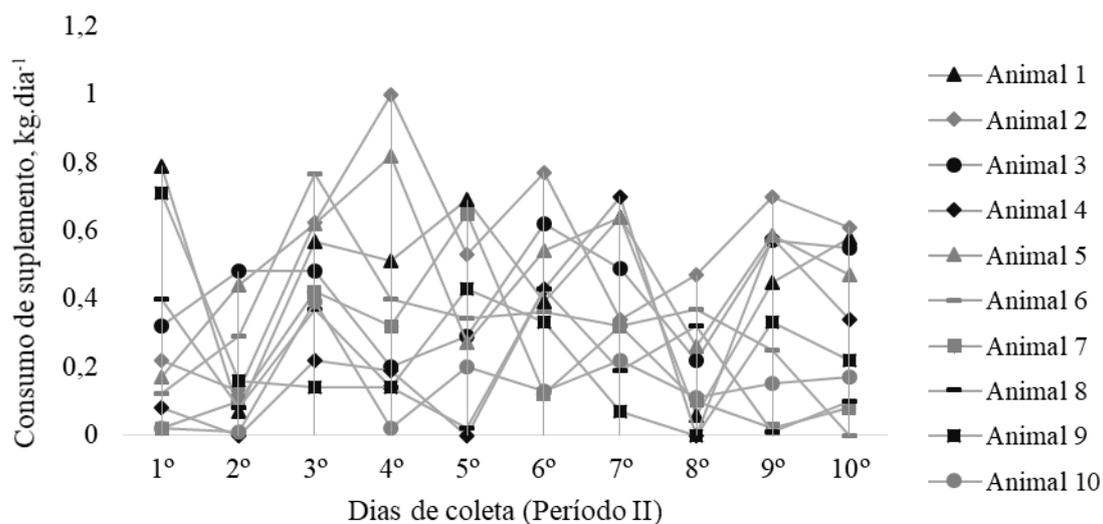


Figura 16. Consumo de suplemento mineral de bubalinos em pasto em função dos dias de coleta referente ao período II.

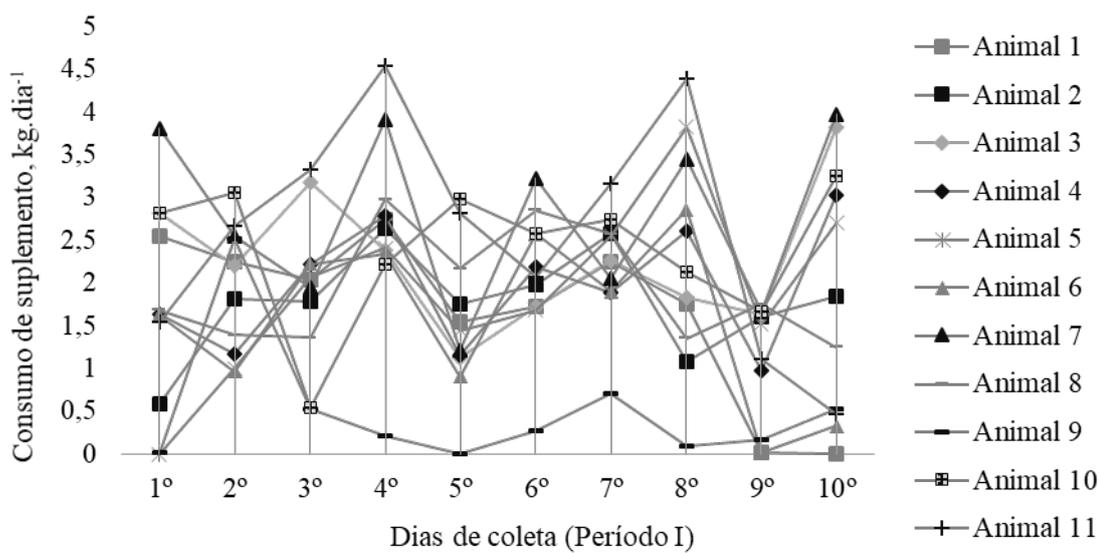


Figura 17 - Consumo de suplemento energético de bubalinos em pasto em função dos dias de coleta referente ao período I.

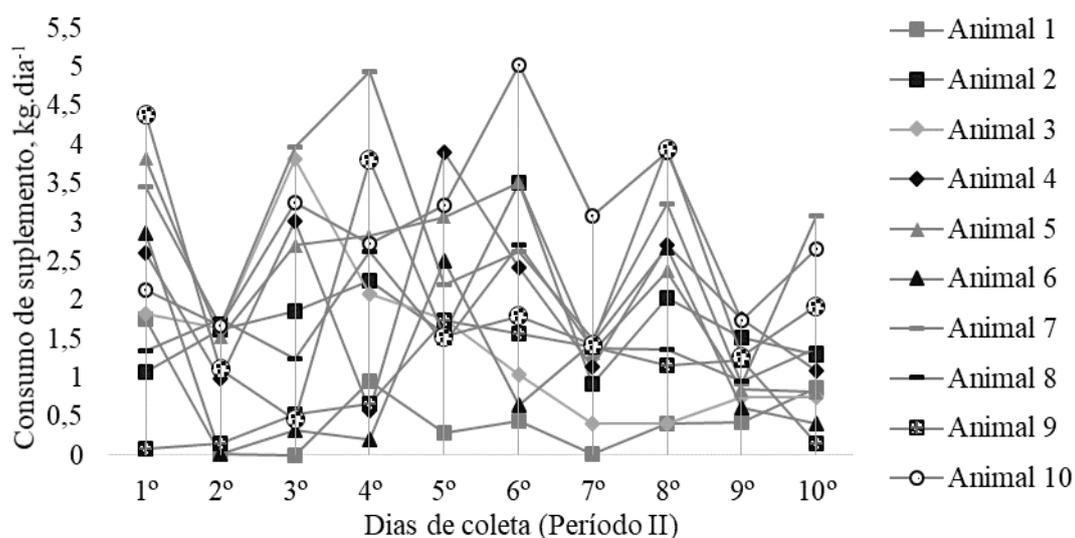


Figura 18 - Consumo de suplemento energético de bubalinos em pasto em função do período de coleta (Período II).

Observou-se variação do consumo diário de suplemento em ambos tratamentos, tanto no primeiro quanto no segundo período de coleta, intercalando horários com alto e baixo consumo.

Admitindo-se que a quantidade de suplemento ofertada diariamente, de acordo com o previsto pela simulação no programa CNCPS, foi calculada tendo em vista o peso vivo médio dos animais de cada tratamento, sugere-se que, além do consumo dos suplementos registrados pelo sistema estarem diferente do previsto, sugere-se que a ingestão do marcador poderá ter apresentado comportamento similar na mesma proporção.

Apesar dessa pesquisa não ter realizado quaisquer coleta de dados referente ao comportamento social, sugere-se que, a partir de observações diárias durante todos os períodos experimentais, as interações sociais podem ter sido umas das variáveis de maior contribuição na variação no consumo dos suplementos, ou seja, possíveis interações hierárquicas agonísticas (Curtis, 1981) de comportamento triangular, em que componentes do grupo dominavam e também eram dominados (Polli et al., 1995) e podem ter sido responsáveis pelas variações observada. Ainda, segundo os mesmos autores, quanto maior e mais homogêneo é o grupo de animais (peso, idade, presença de chifres, etc.) mais complexa será a estrutura da hierarquia.

Uma vez que os animais possuíam homogeneidade nos pesos, além de terem nascidos na mesma época e, associado ao fato de que o sistema eletrônico de

alimentação permitiu somente a visita individual, a formação de grupo hierárquico possibilitou com que alguns animais permanecessem mais tempo se alimentando e visitassem os cochos com maior frequência durante o dia.

Ferreira et al. (2009) relata que a formação de classes hierárquicas, inevitavelmente acarreta algum grau de competição por alimento, mesmo quando não há limitação na disponibilidade deste, favorecendo alguns indivíduos em relação ao outro.

Olofsson (1999) acrescenta que, quando há situação de competição no cocho de alimentação, indivíduos dominantes despendem mais tempo se alimentando que aqueles submissos, resultando em maior consumo. Além disso, o consumo pode ser influenciado por vários fatores como, espaço de cocho, quantidade de suplemento ofertada, tipo, forma e formulação do suplemento, além de fatores relacionados ao comportamento animal, tempo de exposição e experiência prévia (Bowman & Showel, 1997).

Além disso, outro fator que pode explicar a variação do consumo de suplemento energético observado, está no excesso de energia ingerida a partir dos carboidratos não estruturais, impedindo com que os animais mantivessem uniformidade do consumo diário próximo ao previsto pela simulação.

Segundo Nocek e Tamminga (1991) o aumento da digestão do amido no rúmen, até certo ponto, traz benefícios nutricionais, pois aumentam a disponibilidade de energia rapidamente no rúmen, com consequentes aumentos na proteína microbiana e ácidos graxos de cadeia curta. No entanto, efeitos adversos decorrentes da maior disponibilidade de amido são a acidose ruminal (Owens et al., 1998) e as reduções da digestibilidade dos carboidratos estruturais da dieta e da ingestão de matéria seca de forragem (McCarthy et al., 1989).

A queda do pH ruminal em decorrência da alta taxa de fermentação de carboidrato não estruturais provocam intensas modificações no ecossistema ruminal (Antunes, 2011), como reduções da população de microrganismos celulolíticos e a redução da degradação dos carboidratos estruturais, uma vez que esses microrganismos são sensíveis a pH baixo (Russell e Dombrowski, 1980; Therion et al., 1982).

Os dados referente à produção de fezes, consumo de matéria seca de forragem, consumo de matéria seca de suplemento e de marcador de bubalinos em sistema de pastejo estão apresentados na tabela 10.

Tabela 10. Produção de fezes, consumo de matéria seca de forragem, consumo de matéria seca de suplemento e marcador de bubalinos em sistema de pastejo estimados por diferentes métodos e de acordo com o tipo de suplementação

Variável ¹	Suplementação						EPM ²	P-valor ³		
	Energético			Mineral				S	M	S x M
	Stepwise	Equação 3	Marcador	Stepwise	Equação 3	Marcador				
PF, kg/MS	15,23a	3,21b	2,10c	-0,47c	0,80b	1,93a	9,85	<0,001	<0,001	<0,001
CMSF, kg/MS	4,61a	4,25b	4,12b	82,67a	4,85b	4,26b	9,85	0,0015	<0,001	<0,001
CMSF, %PV	1,35a	1,25b	1,20b	231,0a	1,40b	1,24c	2,75	0,0022	<0,0001	<0,0001
CMSS, kg, MS	1,46a	1,46a	1,46a	0,28a	0,28a	0,28a	0,16	<0,001	1,00	1,00
ConsMarc, g	7,05a	7,05a	7,05a	4,93a	4,93a	4,93a	0,99	<0,0001	1,0	1,0

a,b Médias dos quadrados mínimos seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, significativo se $P < 0.05$.

¹PF = Produção de fezes; CMSF = Consumo de matéria seca de forragem; CMSS = Consumo de matéria seca de suplemento; ConsMarc = Consumo de marcador, g;

²EPM = Erro padrão da média;

³S = Efeito da suplementação; M = Efeito da Metodologia e S x M = interação entre suplementação e metodologia.

Uma vez validadas as equações com dados de bubalinos confinados e aplicadas em bubalinos em sistema de pastejo de ambos tratamentos, não se obtiveram médias de produção de fezes (15,23 kg/MS e -0,47 kg/MS) e consumo de matéria seca de forragem de bubalinos recebendo suplemento mineral (82,67 kg/MS e 230 %/PV) que representassem biologicamente a dinâmica do metabolismo animal. Estima-se que, as oscilações na quantidade de suplemento ofertada, proposta pela simulação do experimento I, abrangeu apenas um único período com dias insuficientes de variações que pudessem representar com maior precisão as condições de variações registradas no experimento II. Por outro lado, a equação 3 apresentou melhores estimativa da massa fecal e consumo de matéria seca de forragem, quando comparado aos demais métodos.

O consumo de matéria seca forragem de bubalinos recebendo suplemento energético apresentou-se baixo quando comparado ao tratamento recebendo suplemento mineral estimado pela equação 3 e método do marcador (1,40 x 1,25 e 1,24 x 1,20 %/PV, respectivamente). Esse resultado pode ser explicado devido à baixa disponibilidade de forragem observada no período experimental. Além disso, acrescenta-se a esta suposição às modulações comportamentais dos animais em consequência de sinais de desconforto ocasionado pelo consumo exacerbado de suplemento, condição já reportado por Forbes (2003).

Góes et al. (2005) explicam que a variação entre o consumo de suplemento esperado e observado pode ser explicado pelo efeito associativo do suplemento sobre o consumo de forragem e energia disponível na dieta, podendo haver modificações da condição metabólica ruminal do próprio animal.

Diferentes dos resultados obtidos nesta pesquisa, Marques da Silva et al. (2016) avaliando o efeito da suplementação energética de bubalinos no período das águas, não observaram efeito substitutivo no consumo de matéria seca de forragem de bubalinos recebendo suplementação na quantidade de 0,6%/PV com 16% PB. Além disso, os autores relatam maior peso vivo final e ganho médio diário de bubalinos suplementados em comparação ao grupo recebendo suplementação mineral (338,63 e 0,76 vs. 301,86 kg e 0,52 kg.dia⁻¹, respectivamente).

Não foi observado efeito para estimativa do consumo de marcador ($P > 0,05$) de acordo com as metodologias aplicadas, ou seja, mesmo ocorrendo variações individuais na ingestão de suplemento, intercalando dias de alto e baixo consumo para ambos experimentos e tratamentos, as metodologias estimaram a quantidade de marcador consumido, uma vez que os valores médios de consumo de suplemento observados

foram resultados de autocompensação de consumos irregulares de vários dias incluídos em dois períodos.

Zinn e Garces (2006) sugeriram que o consumo reduzido de pasto é mínimo até o nível de suplementação de 0,3% do PV/dia e quando esse consumo aumenta para níveis acima deste valor, observa-se decréscimo no consumo de forragem e esse decréscimo pode ainda ser maior quando a oferta de suplemento é de 0,8% do PV/dia.

Em estudo sobre consumo de bovinos em condição de pastejo, Silva et al. (2009) relatam que há uma tendência maior de redução do consumo de forragem quando a ingestão de fontes de carboidratos solúveis superam o nível de 0,3%/PV.

CONCLUSÃO

Com base nos dados apresentados, não foi possível validar o sistema eletrônico de alimentação como ferramenta na estimativa do consumo de bubalinos em pasto.

No entanto, os resultados obtidos demonstram potencialidade para sua validação. Para isso, estudos relacionados a formulação de suplementos de autocontrole com o objetivo de manter o consumo de suplemento uniforme durante todos os dias de coleta tornam-se necessários, principalmente a fim de evitar variações nas concentração de marcador ingerido, bem como recuperada nas fezes.

LITERATURA CITADA

- Antunes, R.C., Rodriguez, M.N., Saliba, E.O.S. 2011. Metabolismo dos carboidratos não estruturais. In: Berchielli, T.T., Pires, A.V., Oliveira, A.G. Nutrição de ruminantes. 2.ed. v.2. Jaboticabal, SP. p. 239-263.
- Arce, A. I. C. 2008. Rede de sensores sem fio na coleta de dados fisiológicos de bovinos para aplicações na zootecnia de precisão. Diss. (Mestrado em Zootecnia). Univ. São Paulo, Pirassununga, SP.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.
- Berchielli, T.T., Vega-Garcia, A., Oliveira, S. G. 2006. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudos de nutrição. In: Berchielli, T.T., Pires, A.V., Oliveira, A.G. Nutrição de ruminantes. Jaboticabal, SP. p.397-421.
- Benez, A.L.C. 2007. Parâmetros ruminais e consumo voluntário de feno de *Brachiaria decumbens* STAPF por bovinos recebendo suplementação proteíco-energética. Diss. (Mestrado em Ciências Agrárias). Faculd. Agron. Med. Vet., Univ. de Brasília, Brasília.

- Bowman, J.G.P., Sowell, B.F. 1997. Delivery method and supplement consumption by grazing ruminants: a review. *J. Anim. Sci.*, 75(2):543-550. doi: 10.2527/1997.752543x.
- Brown, R.H., Blaser, R.E. 1968. Leaf area index in pasture growth. *Herb. Abstracts*, 38:1-9.
- Bremer Neto, H.C.A.F., Graner, L.E., Pezzato, L.E., Padovani, C.A. 2005. Determinação de rotina do cromo em fezes, como marcador biológico, pelo método espectrofotométrico ajustado da 1,5-difenilcarbazida. *Ciênc. Rur.* 35:691-697. doi: 10.1590/S0103-84782005000300033.
- Burns, J.C., Pond, K.R., Fisher, D.S. 1994. Measurement of forage intake. In: Fahey Jr., G.C. Forage quality, evaluation, and utilization. National Conference on Forage Quality, Evaluation and Utilization. Amer. Soc. Agron. University of Nebraska, Lincoln, p.494-532.
- Casali, A.O., Detmann, E., Valadares Filho, S.C., Pereira, J.C., Henriques, L.T., Freitas, S.G., Paulino, M.F. 2008. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. *Rev. Bras. Zootec.*, 37(2):335-342. doi: 10.1590/S1516-35982008000200021.
- Curtis, S.E. 1981. Environment Management in Animal Agriculture. Illinois: Animal Environment Services. p.409.
- Detmann, E., Paulino, M.F., Zervoudakis, J.T., Valadares Filho, S.C., Euclides. R.F., Lana, R.P., Queiroz, D.S. 2001. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. *Rev. Bras. Zootec.*, 30(5):1600-1609. doi: 10.1590/S1516-35982001000600030.
- Detmann, E., Valadares Filho, S.C. 2010. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 62:980-984. doi: 10.1590/S0102-09352010000400030
- Embrapa. 1999. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Embrapa Produção da Informação. Rio de Janeiro, RJ. p. 412.
- Ferreira, M.A., Valadares Filho, S.C., Costa e Silva, L.F., Nascimento, F.B., Detmann, E., Valadares, R.F.D. 2009. Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: estimativa de consumos de concentrado e de silagem de milho por vacas em lactação. *Rev. Bras. Zootec.* 38:1574-1580. doi: 10.1590/S1516-35982009000800023.
- Firkins, J. L. 1996. Maximizing microbial protein synthesis in the rumen. *J. Nutr.*, 126:1347-1354.
- Forbes, J.M. 2003. The multifactorial nature of food intake control. *J. Anim. Sci.* 81:E139-E144. doi: 10.2527/2003.8114_suppl_2E139x.
- Góes, R.H.T.B., Mancio, A.B., Lana, R.P., Alves, D.D., Leão, M.I., Silva, A.T.S. 2005. Recria de novilhos mestiços em pastagens de *Brachiaria brizantha* com diferentes níveis de suplementação na região Amazônica. Desempenho animal. *Rev. Bras. Zootec.*, 34:1740-1750. doi: 10.1590/S151635982005000500036.

- Hodgson, J.G. 1990. Grazing management: science into practice. Harlow: Longman Scientific & Technical, p.203.
- Hopper, J.T., Holloway, J.W., Butts, W.T. 1978. Animal variation in chromium sesquioxide excretion patterns of grazing cows. *J. Anim. Sci.*, 46(4):1096-1102. doi: 10.2527/jas1978.4641096x.
- Kozloski, G. V., Netto, D. P., Oliveira, L. 2006. Uso de óxido de cromo como indicador da excreção fecal de bovinos em pastejo: variação das estimativas em função do horário de amostragem. *Cienc. Rur.*, 36:599-603. doi: 10.1590/S0103-84782006000200037.
- Lanzetta, V.A.S. Determinação da digestibilidade dos nutrientes através dos métodos direto e indiretos, óxido crômico e lipe®, em equinos. 2006. Diss. (Mestrado em Zootecnia). Esc. Vet. Univ. Fed. Minas Gerais. Belo Horizonte, MG.
- Lima, J.B.M.P., Graça, D.S., Borges, A.L.C.C., Saliba, E.O.S., Simão, S.M. B. 2008. Uso do óxido crômico e do LIPE® na estimativa do consumo de matéria seca por bezerros de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 60(5):1197-1204. doi: 10.1590/S0102-09352008000500023.
- MacNEIL, M.D. 1983. Choice of a prediction equation and the use of the selected equation in subsequent experimentation. *J. Anim. Sci.* 57(5):1328-1336. doi: 10.2527/jas1983.5751328x.
- Marques da Silva, D.C. 2015. Suplementação no período das águas de bovinos e bubalinos recriados em pastagem de capim-xaraés (*Urochloa brizantha* Syn. *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés). 2015. Diss. (Mestrado em Zootecnia) – Fac. Med. Vet. Zootec. Univ. São Paulo. Botucatu, SP.
- Marques da Silva, D.C., Jorge, A.M., Meirelles, P.R.L., Silva, F.M., Corrêa, H.L., Aranha, A., Luz, P.A.C., Castilhos, A.M., Francisco, C.L. 2016. Supplementat ion of growing buffaloes grazing xaraes-pasture (*urochloa brizantha* syn. *brachiaria brizantha* cv. xaraes) during rainy season. Proc. The 11th World Buffalo Congress, Cartagena, Colômbia, p. 27.
- Martins, A.S., Berchielli, T.T., Salman, A.K.D., Soares, J.P.G., Leite, M.C.P. 2013. Consumo voluntário de volumosos estimado por meio de parâmetros de degradação ruminal. *Public. Med. Veter. Zootec.*7(15):13. doi: 10.22256/pubvet.v7n15.1570.
- McCarthy, R.D. J. Klusmeyer, T.H. Vicini, J.L. Clark, J.H. Nelson, D.R. 1989. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 72-2002. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(89)79324-3.
- McMeniman, N. P. 1997. Methods of estimating intake of grazing animals. In: Reunião Annual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34. Anais... Juiz de Fora: Soc. Bras. Zootec., p.131-168.

- Mertens, D.R. 1994. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C. (Ed.). Forage quality evaluation and utilization. Madison: Amer. Soc. Agron. 450-493.
- Mertens, D. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. J. AOAC Inter. 85(6):1217-1240.
- Minson, D.J. 1990. Forage in ruminant nutrition. San Diego: Academic, p.483
- National Research Council - NRC. 2000. Nutrient Requirements of beef cattle. 7th ed. Washington: Nat. Acad. Press.
- Nocek, J.E., Tamminga, S. 1991. Site of digestion and utilization of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. J. Dairy Sci. 74:3598-3629. doi:10.3168/jds.S0022-0302(91)78552-4.
- Olofsson, J. 1999. Competition for total mixed diets fed ad libitum intake using one or four cows per feeding station. J. Dairy Sci., 82(1):69-79. doi:10.3168/jds.S0022-0302(99)75210-0.
- Owens, F. N., C. F. Hanson. 1992. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. J. Dairy Sci. 75:2605-2617. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(92)78023-0.
- Owens, F.N., Secrist, D.S., Hill, W.J., Gill, D.R. 1998. Acidosis in cattle: a review. J. Anim. Sci. 76:275:286. doi: 10.2527/1998.761275x.
- Paulino, M.F., Detmann, E., Valadares Filho, S.C. Suplementação Animal em Pasto: energética ou protéica? 2010. III Simpósio Internacional de Produção de Gado de Corte. Anais...Univ. Fed. Viçosa, p.361-391.
- Polli, V.A., Restle, J. 1995. Comportamento de bovinos e bubalinos em regime de confinamento - II. Hierarquia social. Ciênc. Rur., 25:123-127. Doi: 10.1590/S0103-84781995000100025.
- Rhodes, I. 1973. Relationship between canopy structure and productivity in herbage grasses and its implication for plant breeding. Herb. Abstr. 43:129-133.
- Russel, J.B., Dombrowski, D.B. 1980. Effect of pH on the efficiency of growth by pure cultures of rumen bacteria in continuous culture. Appl. Environ. Microbiol. 39:604-610.
- SAS. 1999. Institute Inc., Cary, NC, USA. SAS/STAT User's guide. Cary: Statistical Analysis System Institute.
- Silva, R.R., Prado, I.N., Silva, F.F., Zeoula, L.M., Santana, H.A.J., Carvalho, G.G.P., Cardoso, E.O., Marques, J.A. Mendes, F.B.L., Paixão, M.L. 2009. Impactos do manejo do uso do óxido crômico sobre o desempenho de bovinos Nelore suplementados em pastagens de *Brachiaria brizantha*. Rev. Bras. S. Prod. Anim. 10:893-906. doi: 10.1590/S1516-35982009001300037.
- Soares, J.P.G., Berchielli, T.T., Azevedo Júnior, M.A. 2003. Comparação das técnicas do óxido crômico e da coleta total de fezes na determinação da digestibilidade em bovinos. Arq. Vet., 19:280-287. doi: 10.1590/S1516-35982002000700027.

- Titgemeyer, E.C. 1997. Design and interpretation of nutrient digestion studies *J. Anim. Sci.*, 75:2235–2247. doi: 10.2527/1997.7582235x.
- Titgemeyer, E.C., Armendariz, C.B., Bindel, D.J., Greenwood, R.H., Löest C.A. 2001. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. *J. Anim. Sci.*, 79:1059-1063. doi: 10.2527/2001.7941059x.
- Therion, J.J., Kistner, A., Kornelius, J.H. 1982. Effect of pH on growth rates of rumen amylolytic and lactilytic bacteria. *Appl. Environ. Microb.* 44:428-434.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University, p.476.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74:3583-3597. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.
- Watson, D.J. 1958. The dependence of net assimilation on leaf area index. *Annals of Botany.* 22:37-54. doi: 10.1093/oxfordjournals.aob.a083596.
- Zinn, R.A., Garces, P. 2006. Supplementation of beef cattle raised on pasture: biological and economic considerations. In: Simpósio de produção de gado de corte. Anais...Viçosa, MG, p.1-14.

CAPÍTULO 3

IMPLICAÇÕES

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa, relata-se as seguintes dificuldades: atraso na instalação e montagem dos cochos eletrônicos, dificuldades na implantação e formação da pastagem e disponibilidade de animais de acordo com os critérios do experimento.

Além das dificuldades supracitadas, ressalta-se a extensão do período de adaptação dos animais no uso do sistema eletrônico de alimentação. Com a extensão da etapa adaptativa, os ciclos de pastejo se tornaram curtos e, associado as baixas precipitações pluviométricas, obtiveram-se declínios da massa de forragem produzida que, conseqüentemente, não nos possibilitou avaliar o desempenho dos animais em estudo bem como aumentar os períodos de coleta de dados dos animais confinados, a fim e obter equações que melhor compreendessem as variações de consumo de suplemento observado em animais em pastejo.

As dificuldade de adaptação dos animais ao sistema eletrônico, as interações sociais de competição pelo cocho de suplementação contribuíram nas variações da ingestão dos suplementos durante todos os períodos experimentais, resultando em estimativas diferentes daquelas supostamente encontradas em condições reais.

A quantidade de animais e períodos de coletas estabelecidos para o experimento I, bem como os níveis de variação dos suplementos ofertados, não foram suficientes para estimativa de equações que pudessem responder/contornar os efeitos de variação observado no experimento II.

Os métodos analíticos, bem como os análises laboratoriais necessárias a determinação da concentração do óxido crômico nas fezes e nos suplementos, tornaram-se importante fonte de variação nos resultados, adicionando erros de estimativa da concentração do marcador, mesmo em várias repetições oriunda de uma única amostra.