

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ESTIMATIVA DO FLUXO DE NUTRIENTES PELO TRATO
DIGESTIVO DE BOVINOS DE CORTE ALIMENTADOS COM
Brachiaria brizantha (Hochst A. Rich) Stapf. cv. Marandu EM
DUAS IDADES DE REBROTA**

Maria Fernanda Soares Queiroz

Orientador: Profa. Dra. Telma Teresinha Berchielli

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia (Nutrição e Alimentação Animal).

Jaboticabal – SP – Brasil

Fevereiro – 2007

Q3e Queiroz, Maria Fernanda Soares
Estimativa do fluxo de nutrientes pelo trato digestivo de bovinos de corte alimentados com *Brachiaria brizantha* (Hochst A. Rich) Sapf cv. Marandu em duas idades de rebrota / Maria Fernanda Soares Queiroz. – – Jaboticabal, 2007
x, 57 f. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007
Orientador: Telma Teresinha Berchielli
Banca examinadora: Adriana de Souza Martins, Ana Claudia Ruggieri
Bibliografia

1. Ruminantes. 2. Nutrição. 3. Forragem. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.2:636.085.2

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MARIA FERNANDA SOARES QUEIROZ - Nascida em 10 de maio de 1980, na cidade de Marília (SP), filha de José Vilas Boas Queiroz e Maria Eliza Soares Queiroz, ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá em março de 1999, onde em maio de 2004 obteve o grau de Zootecnista. Em março de 2005, ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia na área de concentração Nutrição e Alimentação Animal na Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCVA/UNESP – Jaboticabal), concluindo o trabalho em fevereiro de 2007.

A DEUS,
Agradeço as dificuldades e as vitórias com as quais aprendi a viver.

“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo,
qualquer um pode começar a fazer um novo fim.”
(Chico Xavier)

Aos meus pais Zezo e Maria Eliza;

Aos meus irmãos Maria Cecília, Maria Heloisa e José Eduardo;

Aos cunhados (a) Luiz Fernando, Pedro e Daiane;

Aos meus amigos.

Amo muito todos vocês !!!

DEDICO

OFEREÇO

Aos meus sobrinhos Lucas, Júlia e Felipe. Três
anjinhos na minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP – Jaboticabal) e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

À FAPESP (Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo), pela concessão da bolsa de estudo e pelo financiamento do projeto, fundamentais para a execução deste trabalho.

À minha orientadora Prof. Dra. Telma Teresinha Berchielli pela contribuição, ensinamentos, oportunidades oferecidas, pelo exemplo de profissionalismo e pela confiança no meu trabalho.

Aos professores Dr. Ricardo Andrade Reis, Dra. Ana Claudia Ruggieri e Dra. Elma N. V. M. Carrilho pela amizade e valiosas contribuições e ensinamentos durante o desenvolvimento do projeto.

À Dra. Adriana de Souza Martins, pesquisadora do IAPAR pela presença e contribuições como integrante da banca de defesa.

Ao professor Dr. Euclides Braga Malheiros pela contribuição nas análises estatísticas.

Aos Profs. Dr. Alexandre Vaz Pires e Dr. Juliano José de Resende Fernandes, pela realização da cirurgia nos animais, possibilitando a realização do experimento.

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia, pela colaboração e ensinamentos.

Aos novos amigos Eduardo Eifert e Laudí Cunha Leite pela ajuda, disponibilidade, ensinamentos, atenção e paciência.

Aos pesquisadores Msc. Antonio Faciola e Dr. Graham Faichney, que mesmo longe, muito longe e sem me conhecerem se dispuseram a me ajudar nos momentos mais difíceis dessa dissertação.

Ao Dr. Gabriel M. P. de Melo do Laboratório de Biogeoquímica, Departamento de Tecnologia da FCAV/UNESP por se apresentar sempre disponível a me ajudar.

À amiga Prof. Dr^a. Simone Oliveira que me ajudou muito, mesmo à distância.

Aos funcionários Ana Paula e sr. Orlando do Laboratório de Nutrição Animal, pela ajuda nas análises, paciência, convivência e à Magali pelo bom humor de sempre.

Aos funcionários do Setor de Digestibilidade, Vladimir Máximo (Vlad) e Antonio Turco (Toninho), pela amizade e colaboração na execução do experimento.

A doutoranda e amiga Juciléia Ap. Moraes, a Juci, por toda a ajuda e participação no desenvolvimento do projeto, pela amizade nascida nestes anos de trabalho e pelos momentos hilários que passamos juntas.

À amiga, enfermeira, cozinheira e sempre presente Cíntia Loureiro por tudo.

Aos amigos Juliana Duarte, Leilane, Rodrigo Vidal, Paula Toro, Daniel (Sassá), Pedro Watanabe, Vivian Maia, André Leão, Beto (Antonio Roberto), Márcio Cinachi, André (Murote), Helenara, Josemir, Leonardo, Ellen (Judoca), Daphinne, Simara, Juliana S., Viviane Santos, Rosemarie, Felipe e Daniel Rume, sem vocês por perto minha vida teria tido pouca graça!!

As minhas vizinhas Bruna, Gilda, Priscila, Adriana e Dani (Vampira) pelas horas de conversa na sacada... extremamente divertidas.

Aos estagiários do Setor de Digestibilidade, Bidê, Marissol e Tulipa durante o experimento e Caxão, Refugo, 100 bola, Pinto e Zóin pela imensa ajuda, sem vocês os animais não entrariam nas gaiolas...

Aos também amigos, que moram longe, mas sempre presentes, Fabiana, Olívia, Márcia, Adriana, Regina, Rita, Fabrizio, Rafael, Luciana, Bruna, Sabrina, Karina, Kleber, Oscar entre outros, pelo apoio, telefonemas, visitas e amizade.

Aos meus pais por agüentarem as lamentações sem perder a paciência e aos meus irmãos e cunhados pela compreensão, amor, carinho e apoio.

Ao Giancarlo pela companhia e muita paciência!!! Obrigada pelas alegrias.

Aos queridos animais experimentais: Príncipe, Lambão, Juci, Fernandinha, Tonto, nº 1, nº 5 e Grandão.

À todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

OBRIGADA

SUMÁRIO

RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	01
1 Introdução	01
2 Revisão de literatura	02
2.1 A <i>Brachiaria brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich) Stapf cv. Marandu na alimentação animal	02
2.2 Fluxo de digesta	03
2.3 Indicadores	05
2.3.1 Classificação dos indicadores	07
2.3.2 Técnicas e utilização de indicadores no estudo de digestão	08
2.3.3 Óxido de cromo (Cr_2O_3)	09
2.3.4 Fibras indigestíveis em solução detergente	10
2.4 Digesta duodenal	11
3 Objetivos gerais	12
CAPÍTULO 2 – EFEITO DE DUAS IDADES DE REBROTA DO CAPIM <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu NO CONSUMO E DIGESTIBILIDADE APARENTE TOTAL DOS NUTRIENTES E PARÂMETROS RUMINAIS EM BOVINOS DE CORTE	14
1 Introdução	15
2 Material e métodos	16
2.1 Piquetes	17
2.2 Determinação do consumo real e da digestibilidade aparente	19
2.3 Parâmetros ruminais	19
2.4 Análises químicas	20
2.5 Análise estatística	21
3 Resultados e Discussão	21
3.1 Consumo	24

3.2 Digestibilidade	25
3.3 Parâmetros ruminais	27
4 Conclusões	32
CAPÍTULO 3 - FLUXO DE NUTRIENTES PELO TRATO DIGESTIVO DE BOVINOS DE CORTE ALIMENTADOS COM <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu EM DUAS IDADES DE REBROTA	
	33
1 Introdução	34
2 Material e métodos	35
2.1 Determinação do consumo, da digestibilidade aparente e produção fecal	38
2.2 Procedimentos com os indicadores	38
2.2.1 Amostras de duodeno	38
2.3 Análises químicas	39
2.4 Cálculos	40
2.5 Análise estatística	41
3 Resultados e Discussão	42
3.1 Produção fecal	42
3.2 Fluxo duodenal de nutrientes	44
3.3 Digestibilidades ruminal e pós-ruminal	46
4 Conclusões	47
CAPÍTULO 4 – IMPLICAÇÕES	48
REFERÊNCIAS	49

**ESTIMATIVA DO FLUXO DE NUTRIENTES PELO TRATO DIGESTIVO DE BOVINOS
DE CORTE ALIMENTADOS COM *Brachiaria brizantha* (Hochst A. Rich) Stapf. cv.
Marandu EM DUAS IDADES DE REBROTA**

RESUMO – Avaliou-se o efeito de 30 e 60 dias de rebrota do capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sobre o consumo e digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes, parâmetros ruminais e fluxo de nutrientes duodenal pelo método de único indicador em bovinos de corte. Foram utilizados os indicadores óxido de cromo (Cr_2O_3), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) para a estimativa de fluxo de nutrientes. Entre os principais resultados observados nota-se que os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) não foram influenciados pela idade de rebrota do capim e a digestibilidade da proteína bruta (PB), FDN e FDA foram menores para o capim aos 60 dias de rebrota. O pico de concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen foi observado 2 h após a alimentação e foi maior em animais alimentados com capim aos 30 dias de rebrota. A concentração de acetato:propionato:butirato observada foi 74:18:8 (%), esperada para dietas exclusivas de forragens. Bovinos consumindo o capim *Brachiaria brizantha* nas idades de rebrota de 30 e 60 dias apresentaram fluxo duodenal de nutrientes semelhantes. Os indicadores Cr_2O_3 , FDNi e FDAi superestimaram a produção fecal e apresentaram baixa recuperação nas fezes. Na estimativa do fluxo de nutrientes pelo duodeno o indicador FDNi apresentou a estimativa mais adequada. O indicador Cr_2O_3 superestimou o fluxo duodenal de nutrientes.

Palavras-Chave: consumo, digestibilidade, fluxo duodenal, indicadores, nitrogênio amoniacal, produção fecal

NUTRIENTS FLOW BY THE DIGESTIVE TRACT OF BEEF CATTLE FED WITH *Brachiaria brizantha* (Hochst A. Rich) Stapf. cv. Marandu IN TWO REGROWTH AGES

SUMMARY – Trials were carried out to evaluate the effect of 30 and 60 days of regrowth of the grass *Brachiaria brizantha* cv. Marandu in intake and apparent digestibility of dry matter and nutrients, in ruminal parameters and in duodenal flow of nutrients by single marker method in beef cattle. The markers chromium oxide (Cr_2O_3), indigestible neutral detergent fiber (INDF) and indigestible acid detergent fiber (IADF) were used for estimate the flow of nutrients. Among the main observed results is that the intake of dry matter (DM), organic (OM), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were not influenced by the regrowth ages of the grass and the digestibilities of crude protein (CP), NDF and ADF were smaller for the grass to the 60 days of regrowth. After 2 hours of the feeding the pick of concentration of amoniacal nitrogen was observed in the rumen and was bigger in animals fed with grass to the 30 days of regrowth. The concentration of acetate:propionate:butirate observed was 74:18:8 (%), inside of the expected for forages exclusive diets. Bovines consuming the grass *Brachiaria brizantha* in regrowth ages of 30 and 60 days presented similar duodenal flow of nutrients. The markers Cr_2O_3 , INDF and IADF overestimated the fecal production and they presented low recovery in the feces. In the duodenal nutrients flow estimate with results of the total fecal output, the marker INDF presented the most appropriate estimate while the marker Cr_2O_3 overestimated the duodenal flow.

Keywords: amoniacal nitrogen, digestibility, duodenal flow, fecal output, intake, markers

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 Introdução

Os ruminantes são animais herbívoros que possuem sistema enzimático próprio para degradação da fibra, o constituinte principal da maior parte da sua alimentação. Esse sistema envolve um consórcio entre bactérias, protozoários e fungos anaeróbicos encontrados no rúmen, característica particular desses animais. Mesmo sendo especializados na degradação da fibra alimentar, eles dependem do tempo de exposição desta fibra dentro do seu trato digestivo para que a degradação ocorra. Possivelmente os alimentos fibrosos de melhor qualidade deixarão o rúmen mais rápido, enquanto os de fibras com pior qualidade permanecerão por maior tempo neste compartimento.

A produtividade dos ruminantes não depende apenas da qualidade da dieta e do consumo voluntário. Ela também é dependente das propriedades relacionadas à composição da dieta, ao conteúdo e as características da fibra, do tamanho e da taxa de degradação das partículas do alimento, da taxa de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal, entre outros. Assim, o acompanhamento e o monitoramento das transformações ocorridas na digesta, ao longo do trato digestivo dos ruminantes, fazem-se necessários quando o objetivo é a produtividade animal.

O estudo do fluxo de nutrientes em bovinos começou há aproximadamente 40 anos e, neste período, o aperfeiçoamento de materiais e métodos para coleta da digesta vem sendo continuamente pesquisado, objetivando diminuir o estresse causado aos animais e aumentar a acurácia nas estimativas.

No Brasil, onde a maior parte da pecuária de corte ainda é baseada em forragens, o estudo do fluxo duodenal de nutrientes em dietas exclusivas de forrageira é inédito e, o comportamento das forrageiras pelo trato gastrointestinal se torna essencial na área da nutrição animal visto que a maturidade da forrageira pode influenciar a qualidade da fibra disponível à degradação ruminal.

2 Revisão de literatura

2.1 A *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf cv. Marandu na alimentação animal

A *Brachiaria brizantha* é uma planta cespitosa e ereta, com 1,0 – 1,5 m de altura, e é a espécie forrageira mais encontrada em pastagens brasileiras. O cultivar “Marandu” foi trazido do Zimbábue e amplamente disseminado e promovido no Brasil. Possui boa resistência ao pisoteio, bom desenvolvimento em locais elevados e alta capacidade de rebrota em condições favoráveis. Diante dessas características a espécie é utilizada em larga escala, principalmente nas regiões centro-oeste, sudeste e na Amazônia brasileira. Essa forrageira possui uma qualidade nutritiva considerada de moderada a boa e produção de matéria seca por hectare média de 3,2 toneladas.

No Brasil, a criação de bovinos em pastejo é caracterizada pelo sistema extensivo de exploração, reduzindo-se o custo na criação, mas também a diminuição da produtividade animal por área, tornando-se necessário, portanto, um manejo de pastejo adequado. Basicamente, são utilizados dois sistemas de pastejo: o de lotação contínua e o de lotação rotacionada. O pastejo de lotação rotacionada se caracteriza pela utilização da pastagem em intervalos de tempo, permitindo o descanso da pastagem antes desta ser novamente utilizada pelos animais. O período de descanso é o tempo necessário para a planta voltar a crescer, favorecendo a produção de forragem e permitindo o desenvolvimento de raízes, perfilhos e reservas orgânicas, sendo variável em função da espécie forrageira. Apesar do período de descanso ser variável por depender do ritmo de crescimento da planta e influenciado pelas condições ambientais, como temperatura, luz, presença de nutrientes e água no solo, é observado em maior frequência a adoção de intervalos entre 15 e 60 dias como período de descanso no sistema rotacionado.

Nas forrageiras tropicais o valor nutricional diminui com a maturidade, mas na medida em que o tempo de crescimento é prolongado a produção de matéria seca por unidade de área aumenta. Com o crescimento ocorrem alterações que resultam na

elevação dos teores de compostos estruturais, como a celulose, a hemicelulose e a lignina e, paralelamente, diminuição do conteúdo celular (MINSON, 1990; VAN SOEST, 1994). Com isso, o valor nutricional decai significativamente e altera a composição bromatológica e o comportamento desta no trato digestivo dos animais.

O espessamento da parede celular e o aumento da área ocupada pelo tecido vascular lignificado afetam a digestibilidade. ALVES DE BRITO et al. (2003) relatam que a deposição de lignina aumenta com a maturação fisiológica e diminui a digestibilidade dos polissacarídeos estruturais pelos ruminantes. Essa relação negativa tem sido mais claramente observada em gramíneas tropicais.

Com essas modificações de composição, observadas com a maturidade das forragens, é necessário realizar estudos mais profundos para que se verifique também possíveis modificações na fibra indigestível em detergente neutro (FDNi) e a fibra indigestível em detergente ácido (FDAi), que são utilizadas em metodologias de predição de fluxo de nutrientes pelo trato digestivo animal como indicadores internos presentes na forragem.

2.2 Fluxo de Digesta

O conhecimento da partição da digesta dentro do trato gastrintestinal é essencial para determinar a quantidade e a proporção de absorção do alimento ingerido pelos animais. Depois de sua passagem pelo rúmen, o alimento ingerido, também chamado de digesta, constituído de partículas de vários tamanhos suspensas em fluido, alcança o duodeno e fica disponível para absorção e utilização dos nutrientes pelo animal hospedeiro. A absorção em qualquer parte do trato digestivo, ou em toda sua extensão, pode ser determinada pela diferença entre a quantidade de fluxo que entra e a quantidade deste mesmo fluxo que sai de determinada seção do trato digestivo. Portanto, o fluxo de digesta, através dos compartimentos do trato digestivo, é um dos parâmetros que caracteriza de forma mais importante o comportamento cinético da dieta.

O conhecimento do fluxo de digesta e dos fatores que o afetam no trato gastrintestinal dos ruminantes é importante, não somente pelo seu papel no processo de digestão e

absorção, mas também na ingestão de alimentos (FAICHNEY, 1993), visto que no mecanismo físico de controle de consumo, quanto maior for o tempo de permanência de fibras dentro do rúmen, menor será o consumo dos animais.

Uma forma de se quantificar o fluxo de digesta, especialmente no duodeno, antes que ocorra a maior parte da absorção de nutrientes pelo animal hospedeiro, é a coleta total do fluxo neste segmento. Entretanto, para que ocorra essa coleta total do fluxo no duodeno é necessário o abate dos animais, o que inviabiliza as pesquisas nessa área. Na busca por métodos para se estudar o fluxo de nutrientes no duodeno sem a necessidade do abate dos animais iniciaram-se as pesquisas com animais canulados nessa seção do trato gastrointestinal.

A cânula é implantada, através de cirurgia nos animais, na região proximal do duodeno. Dois tipos de cânula são os mais conhecidos, a cânula re-entrante e a cânula tipo T. A cânula re-entrante permite uma coleta de digesta duodenal real, visto que, após abertura, todo o fluxo passante naquele momento por este segmento do trato digestivo é recolhido. Porém, não é muito usada por apresentar problemas pós-operatórios como dúvidas relativas a normalidade do fluxo de digesta, distúrbios na atividade elétrica gastroduodenal e dificuldade de manutenção dos animais por longos períodos (FAICHNEY, 1975 e 1993) . A cânula do tipo T, bem mais usada, não permite uma coleta real da digesta duodenal, pois, após sua abertura, provavelmente não são obtidas amostras que contenham a parte fluida e a particulada nas mesmas proporções que aquela presente na digesta passante pela cânula e, dessa forma, a estimativa do fluxo de digesta, através da coleta em cânulas do tipo T, pode ser diferente em relação ao valor real do fluxo de digesta no duodeno.

A estimativa errada do fluxo de digesta implica em consequências na predição de suprimento de nutrientes aos animais, uma vez que, a maioria dos modelos para predição do fornecimento de nutrientes aos animais é baseada em medidas de fluxo duodenal de nutrientes e, de acordo com AHVENJÄRVI et al. (2003), ao melhorar a precisão na estimativa de fluxo duodenal, os erros de predição do suprimento de nutrientes para o animal hospedeiro serão reduzidos.

Em estudos de fluxo, não basta a cânula nos animais para estimar o fluxo de digesta pelo duodeno, há também a necessidade de marcar a digesta para o monitoramento desta ao longo do trato digestivo dos animais. A forma usualmente conhecida de marcar a digesta é o uso de substâncias para essa finalidade, conhecidas como indicadores.

Através do emprego dos indicadores, tanto na nutrição humana quanto na nutrição animal, as pesquisas se tornaram mais consistentes e o comportamento dos alimentos dentro do trato gastrintestinal pôde ser estudado de forma mais complexa e acurada, permitindo, portanto, os avanços na nutrição animal, observados através dos anos, e a diminuição do estresse animal durante os experimentos.

Nos estudos realizados para estimativa de fluxo de nutrientes para o intestino, vários fatores influenciam os resultados, como a ingestão de alimentos, o indicador utilizado, o delineamento estatístico (TITGEMEYER, 1997), as recuperações incompletas de marcadores, a variação na taxa de passagem do rúmen e as amostragens não representativas. Dessa forma, o que se busca na área da nutrição animal são metodologias que consigam minimizar esses efeitos e possam ser reproduzidas facilmente.

2.3 Indicadores

Indicador é o termo utilizado para denominar compostos de referência utilizados na estimativa qualitativa ou quantitativa de fenômenos fisiológicos (SALIBA, 1998) ou nutricionais, monitorando aspectos metabólitos, químicos (hidrólise e síntese de compostos) e físicos da digestão (como o fluxo de digesta) (OWENS & HANSON, 1992). Indicadores são substâncias indigestíveis, geralmente administradas com o alimento ou diretamente em algum segmento do trato digestivo podendo, posteriormente, serem identificadas e quantificadas nas fezes ou ao final do segmento em estudo (WARNER, 1981). São, rotineiramente, utilizadas para estimar consumo, fluxo da digesta, digestibilidade, produção fecal e a utilização de nutrientes ou alimentos (KOTB & LUCKEY, 1972), em diversas espécies animais. Comparativamente, com

processos invasivos, os indicadores minimizam a interferência com os padrões de comportamento animal e simplificam os procedimentos, tendo em vista a não necessidade de utilização de cânulas re-entrantes no trato digestivo, sacolas de coleta de fezes e até mesmo esvaziamento do trato digestivo ou abate dos animais (RODRIGUEZ et al., 2006).

Para que uma substância ou material seja empregado como indicador deve atender algumas premissas e para ser considerado ideal, possuir as seguintes propriedades: ser inerte e não tóxico, não apresentar função fisiológica, não ser absorvido nem metabolizado, misturar-se bem ao alimento e permanecer uniformemente distribuído na digesta, não influenciar secreções intestinais, absorção ou motilidade, nem a microflora do trato digestivo, apresentar método específico e sensível de determinação e apresentar baixo custo (RODRIGUEZ et al., 2006). Apesar das pesquisas na área, ainda não foi encontrada substância ou componente químico que se assemelhe mais às características de indicador perfeito. Segundo BERCHIELLI et al. (2005), marcador ideal é aquele que prediz precisamente a digestibilidade no trato total e, em particular, fornece informações exatas sobre a extensão e direção dos efeitos induzidos pelas dietas, sem modificar o sentido dos efeitos dos tratamentos. Ainda, segundo MERCHEN (1993), nenhuma das substâncias usadas como indicador preenchem todas as características, mas várias são suficientemente adequadas para fornecer dados importantes. OWENS & HANSON (1992) salientam ainda que nenhum indicador conhecido é ideal e assim, não devem ser utilizados para fins diversos. Um indicador para estimar a produção fecal pode não ser adequado para estimar a cinética, em função de problemas de migração de partículas, separação de fases, inibição da digestão, efeito osmótico no intestino etc. Por esta razão, a procura por indicadores ideais constitui um dos assuntos de grande interesse na pesquisa de técnicas que facilitem estudos de nutrição animal (VALADARES FILHO et al., 2006) e possam ser administrados com confiabilidade aos animais em pastejo.

2.3.1 Classificação dos indicadores

Os indicadores são classificados de diversas formas: segundo sua origem, seus compostos, sua absorção no trato digestivo e até mesmo de acordo com a sua preferência por partes da digesta. Numa classificação mais simples tem-se os indicadores internos e os externos (KOTB & LUCKEY, 1972; OWENS & HANSON, 1992).

Indicadores internos são substâncias que já estão presentes no alimento e indigestíveis no trato digestivo animal, como exemplo, a sílica, o nitrogênio fecal, o cromogênio e as frações fibrosas dos alimentos como a lignina, os alcanos, as fibras indigestíveis tanto em detergente neutro (FDNi) como em detergente ácido (FDAi), pigmentos e as cinzas insolúveis em ácido (CIA) e em detergente ácido (CIDA). Os indicadores internos mais utilizados são os ligados à porção indigestível da parede celular dos alimentos, obtidos após a incubação *in situ* ou *in vitro*. Dentre essas porções, as que têm demonstrado maior potencialidade são as fibras em detergente neutro (FDNi) e em detergente ácido (FDAi) (BERCHIELLI, 2003). Esse grupo de indicadores apresenta a vantagem de já estar presente nos alimentos e, de modo geral, permanecerem uniformemente distribuídos na digesta durante o processo de digestão e excreção (PIAGGIO et al., 1991), minimizando o problema relacionado à variação diurna na excreção.

Os indicadores externos são substâncias ou compostos inertes que são adicionadas de forma artificial à dieta do animal como, por exemplo, são citados os óxidos de cromo, de ferro e de titânio, as terras raras lantânio, samário, cério, disprósio e itérbio (na forma de óxido, cloreto ou acetato), o cromo mordantado, o polietilenoglicol (PEG), quelatos como o Co-EDTA, Cr-EDTA, e alguns alcanos, entre outros.

Recentemente, uma nova classe de indicadores foi proposta, os intra-indicadores. De acordo com esta nova denominação, não se designam substâncias únicas, mas sim grupamentos constituintes de substâncias que podem ser utilizadas como indicadores, tendo em vista que atendem as regras de um indicador característico. Como exemplo de intra-indicadores tem-se grupamentos químicos como

a metoxila, as unidades guaiacílicas, as hidroxilas fenólicas e grupamentos da molécula da lignina (SALIBA, 2005; RODRIGUEZ et al., 2006).

Entre os indicadores citados, internos e externos, alguns possuem maior afinidade com determinada parte da digesta a ser marcada. Outros são considerados marcadores da fase fluida da digesta (Co-EDTA, PEG, Cr-EDTA) enquanto alguns são considerados marcadores da fase sólida (óxidos de crômio, ferro e titânio, crômio mordantado, itérbio).

2.3.2 Técnicas e utilização de indicadores nos estudos de digestão

O princípio que rege a utilização dos indicadores baseia-se no fato de que na medida em que o alimento transita pelo trato gastrointestinal, a concentração do indicador aumenta progressivamente pela remoção de constituintes do alimento por digestão e absorção (ASTIGARRAGA, 1997). O aumento na concentração é proporcional a digestibilidade e, esta, pode ser calculada a partir das concentrações do indicador no alimento e nas fezes.

Para que as metodologias que utilizam indicadores possam ser validadas, elas devem ser sempre comparadas com um padrão. No caso da digestibilidade aparente este padrão é a coleta total de fezes. Ao relacionar matematicamente a concentração ou a quantidade ingerida do indicador pelo animal com a concentração do indicador nas fezes, encontram-se resultados de digestibilidade semelhantes e confiáveis, em comparação com o método de coleta total (RODRIGUEZ et al., 2006).

Nas estimativas de fluxo de digesta, não há um método considerado padrão, como a coleta total o é na estimativa de digestibilidade, e o resultado estimado através de indicadores para fluxo é considerado adequado quando o indicador apresentar boa recuperação (quociente da concentração do indicador nas fezes pela concentração do mesmo indicador consumido pelo animal) e o valor estimado (gramas/dia) for menor do que a quantidade de alimento ingerida pelo animal.

As técnicas que utilizam indicadores em nutrição animal podem ser consideradas quanto ao método de administração dos indicadores e ao método de amostragem.

Quanto à administração, o indicador pode ser fornecido continuamente por infusão, a uma taxa constante, ou então dosado ao animal. Para amostragem, podem ser realizadas sucessivas coletas em alguma seção do trato gastrointestinal ou, após a morte do animal, coletas em qualquer parte ou em todo trato (FAICHNEY, 1975) e, ainda, coleta única diária ou coleta total.

Para o estudo da digestibilidade do alimento e produção fecal em animais onde há a possibilidade de contenção, a administração do indicador pode ser contínua, por infusão; através do alimento ou fornecida em algumas doses diárias. A amostragem nesse caso pode ser por coleta total, coleta parcial das fezes dos animais e coletas diretamente no reto dos animais.

A infusão contínua com coletas sucessivas no dia é muito utilizada para a estimativa de fluxo de digesta. Para essa técnica, há a necessidade de animais canulados no rúmen, para a infusão do indicador e também cânula após a seção do trato digestivo em que se deseja estudar o comportamento da digesta.

Independente do tipo de indicador e técnica utilizada, a sua meta é distribuir –se uniformemente, de modo a permitir uma concentração constante e quantificável na digesta (RODRIGUEZ et al., 2006), atingindo o chamado estado de equilíbrio o mais rapidamente possível. O estado de equilíbrio, também conhecido como *steady-state*, é o momento em que a concentração do indicador em qualquer local de amostragem do trato digestivo seja constante.

2.3.3 Óxido de cromo (Cr_2O_3)

O óxido crômico é um indicador externo muito utilizado na estimativa da produção fecal, fluxo de matéria seca no trato digestivo e digestibilidade da dieta, sendo um indicador com maior afinidade por partículas em estudos de fluxo de digesta. Possui como características a insolubilidade em água, álcool e acetona e solubilidade parcial em ácidos e álcalis. Dessa forma, sua administração aos animais geralmente é feita através de cápsulas, cartuchos, peletes ou misturado aos alimentos que compõem a dieta, na quantidade de 1 a 10g de Cr_2O_3 .

De acordo com TITGEMEYER (1997), o Cr_2O_3 tornou-se preferência nas pesquisas com indicadores por apresentar vantagens como, custo razoável, se incorporar facilmente às dietas e ser analisado com relativa facilidade. Porém, vários problemas têm sido relatados na literatura com relação ao uso de Cr_2O_3 como, por exemplo, a incompleta mistura com a digesta ruminal, passagem mais rápida pelo rúmen que o material fibroso, possibilidade de acúmulo em alguma parte do trato digestivo (Schneider & Flatt, 1975, citados por PEREIRA et al., 1983; VAN SOEST, 1994), sua baixa recuperação fecal principalmente em função à variabilidade dos resultados obtidos pela metodologia de análise (Curran et al., 1967 citados por RODRIGUEZ et al., 2006) e variação diurna de sua excreção nas fezes, ocasionando superestimação ou subestimação dos valores obtidos nos parâmetros avaliados.

A propriedade carcinogênica também é citada como uma desvantagem no uso deste indicador. Em função desses inconvenientes, novos indicadores têm sido estudados e vêm freqüentemente substituindo o óxido crômico em estudos de digestibilidade (RODRIGUEZ et al., 2006).

2.3.4 Fibras indigestíveis em solução detergente

Dentre os indicadores internos, a fibra indigestível, tanto em detergente neutro (FDNi) quanto em detergente ácido (FDAi), obtida após 144 horas de incubação *in vitro* ou *in situ* (BERCHIELLI et al., 2000) vem sendo empregada em estudos de digestão na nutrição animal para estimativa de consumo de matéria seca, digestibilidade, produção fecal e fluxo de digesta. Entretanto, os autores justificam que as contradições nos resultados são decorrentes do tempo de incubação, tipo da incubação (*in vitro* ou *in situ*), solução detergente empregada (ácida ou neutra) e também quanto ao tipo de alimento estudado.

De acordo com LIPPKE et al. (1986), a porção indigestível do alimento pode ser representada após incubação *in vitro* por 144 horas, resultado confirmado por BERCHIELLI et al. (2000). MORAIS et al. (2005) que compararam tempos de incubação *in situ*, de 288 horas (HUHTANEN et al., 1994) e 144 horas e concluíram que 144 horas

de incubação são suficientes para reproduzir a porção indigestível da fibra. Nesse mesmo trabalho, os resultados de produção fecal foram superestimados utilizando-se FDAi e FDNi quando comparados aos resultados obtidos pela coleta total. FREITAS et al. (2002) concluíram que os indicadores FDAi incubados *in situ* e *in vitro* podem ser utilizados para estimativa de produção fecal, enquanto os indicadores FDNi *in situ* e FDNi *in vitro* sub e superestimaram, respectivamente, a produção fecal. ZEOULA et al. (2002) verificaram a eficiência da FDNi como indicador para estimativa de recuperação fecal e digestibilidade da matéria seca e orgânica, enquanto a FDAi foi adequada somente na estimativa da digestibilidade.

Na estimativa de fluxo duodenal de digesta, BERCHIELLI et al. (1998) concluíram que os indicadores internos FDAi e FDNi podem ser usados com alguma confiabilidade, assim como ÍTAVO et al. (2002) concluíram que o FDAi também pode ser utilizado como indicador na estimativa de fluxo de digesta no abomaso e no íleo, enquanto BERCHIELLI (2003) relatou que os indicadores internos apresentam bons resultados na estimativa da digestibilidade, mas não para trânsito.

Para alguns autores, boa parte da variabilidade dos resultados obtidos com indicadores internos indigestíveis pode ser atribuída à falta de padronização no método de determinação (RODRIGUEZ et al., 2006).

2.4 Digesta duodenal

A digesta animal é composta por um número de fases, com componentes em cada fase apresentando propriedades de fluxo similares, porém, cada fase possui uma característica de fluxo diferente (FRANCE & SIDDONS, 1986). A digesta procedente do rúmen consiste em uma fase fluida, contendo solutos e pequenas partículas, e uma particulada, contendo material de tamanho médio e grandes partículas.

A amostragem da digesta é considerada representativa quando possui a mesma composição química da digesta passante pela cânula durante o período de equilíbrio e, essa amostragem representativa, é um dos principais problemas na determinação do fluxo de nutrientes, visto que há a tendência da digesta se separar durante a coleta.

Esse problema torna-se ainda maior quando há o emprego de um único indicador para estimar a digesta. O emprego simultâneo de indicadores que apresentam afinidades pelas diferentes fases da digesta (líquida e sólida), conhecido como método de duplo ou triplo indicador, e o cálculo de coeficientes de reconstituição, podem compensar a amostragem não representativa (FAICHNEY, 1975). Há também o indício de que as frações do alimento apresentam diferentes afinidades por uma ou outra fase da digesta. Para corrigir esses erros, AHVENJÄRVI et al. (2003) sugeriram o uso do método de triplo indicador, como o do óxido de cromo ou FDNi, com afinidade pelas grandes partículas da digesta, juntamente com itérbio (Yb), que apresentou boa afinidade com as pequenas partículas e com os componentes nitrogenados, e também o cobalto como indicador para a fase líquida, infundidos no rúmen, continuamente, para uma estimativa mais precisa do fluxo total da digesta.

Em vista do exposto, observa-se a dificuldade de optar por um ou outro indicador devido à grande variabilidade de resultados e contradições que existem na literatura e verifica-se, como proposto por BERCHIELLI et al. (2005), a necessidade de mais estudos e da validação das metodologias já existentes, principalmente em forrageiras tropicais.

3 Objetivos gerais

O presente trabalho teve como objetivo geral estimar o fluxo duodenal de digesta através do uso do indicador externo Cr_2O_3 , e dos indicadores internos, FDNi e FDAi, em bovinos alimentados com o capim *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich) Stapf cv. Marandu aos 30 e 60 dias de rebrota.

Os objetivos específicos foram:

- a) Determinar a composição bromatológica e as frações protéicas do capim braquiária cv. Marandu aos 30 e 60 dias de idade de rebrota;
- b) Avaliar o consumo e a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes do capim fornecidos aos animais aos 30 e 60 dias de idade de rebrota;

- c) Determinar os parâmetros de fermentação ruminal: nitrogênio amoniacal e ácido graxo de cadeia curta;
- d) Estimar a produção fecal, através do uso de indicadores;
- e) Determinar a recuperação dos indicadores administrados Cr_2O_3 , FDNi e FDAi;
- f) Estimar o fluxo duodenal de matéria seca pelo método de único indicador.

CAPÍTULO 2 – EFEITO DE DUAS IDADES DE REBROTA DA *Brachiaria brizantha* cv. Marandu NO CONSUMO E DIGESTIBILIDADE APARENTE TOTAL DOS NUTRIENTES E PARÂMETROS RUMINAIS EM BOVINOS DE CORTE

RESUMO – O objetivo do estudo foi avaliar o efeito da idade de rebrota (30 e 60 dias) da forrageira *Brachiaria brizantha* (Hochst A. Rich.) Stapf. cv. Marandu sobre o consumo e digestibilidade aparente total da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) e os parâmetros ruminais nitrogênio amoniacal e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) em bovinos. Também foram determinados a composição bromatológica e o fracionamento da proteína da forragem. Foram utilizados 7 animais da raça Nelore, castrados, com peso médio de 250 kg, canulados no rúmen. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (2 idades de rebrota da forrageira x 2 períodos experimentais) para consumo e digestibilidade e em esquema de parcelas subdivididas para parâmetros ruminais. Os consumos de MS, MO, FDN e FDA não foram influenciados pela idade de rebrota da forrageira. As digestibilidades da MS e MO foram maiores no segundo período experimental enquanto a digestibilidade da PB, FDN e FDA apresentaram efeito de interação para idade de rebrota e período experimental. Após 2 horas da alimentação foi observado o pico de concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen, sendo maiores (15,81 e 12,26 mg/100 mL) em animais alimentados com o cultivar aos 30 dias de rebrota nos dois períodos experimentais. A concentração de acetato:propionato:butirato média observada foi 74:18:8 (%), sendo o esperado para dietas exclusivas de forragens.

Palavras-Chave: ácidos graxos de cadeia curta, fracionamento da proteína, parâmetros ruminais

1 Introdução

O consumo voluntário é regulado pelo balanço entre a taxa de passagem do alimento e a quantidade de energia disponível ao animal em relação à sua capacidade de utilizá-la (WESTON, 1982) e, de acordo com MERTENS (1993) no controle de ingestão de alimentos o consumo voluntário de forragens de média qualidade talvez seja limitado pela distensão do rúmen enquanto em forragens de melhor qualidade outros fatores podem se tornar importantes para a saciedade. O teor de fibra em detergente neutro está relacionado com o espaço ocupado pelo alimento no rúmen, principalmente quando a dieta consiste em forragens frescas, possivelmente inibindo consumo quando em altos teores no alimento (VAN SOEST, 1994).

De acordo com REIS et al. (2005), as frações químicas que estão associadas com a ingestão e a digestibilidade incluem a fibra, lignina e a proteína, e, a análise química da forragem, fornece informações importantes, que podem promover melhor entendimento dos fatores que limitam o desempenho animal. Dessa forma, torna-se mais seguro atender aos requerimentos dos ruminantes e possibilitar toda a expressão do seu potencial genético.

A *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A Rich) Stapf. cultivar Marandu é uma gramínea tropical difusa por todo o país, com boa adaptação nas diversas regiões brasileiras e apresenta boa produtividade de matéria seca e teores protéicos médios. Porém, como toda gramínea tropical, com a maturidade, suas características qualitativas e digestibilidade tendem à diminuição podendo afetar o consumo por animais. No Brasil, sistemas de lotação rotacionada com essa forrageira são comumente adotados na pecuária e com grande frequência, é observado a adoção do intervalo entre 15 e 60 dias como período de descanso para rebrota da forrageira. A adoção de um período de descanso correto, nesse sistema de pastejo, visa aumentar a utilização dos piquetes, aproveitando uma forragem de qualidade sem prejudicar o crescimento da planta.

SOARES (2002) ao comparar o consumo de vacas de vacas em lactação alimentadas com o Capim-elefante nas idades de corte de 30, 45 e 60 dias, observou

menor consumo de matéria seca para a forrageira aos 30 dias de idade e semelhante consumo para a forrageira aos 45 e 60 dias de idade de corte.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de 30 e 60 dias de rebrota da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em dois períodos experimentais durante o verão sobre o consumo e digestibilidade aparente total da matéria seca e nutrientes e os parâmetros ruminais nitrogênio amoniacal e ácidos graxos de cadeia curta em bovinos alimentados com a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

2 Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Setor de Avaliação de Alimentos e Digestibilidade pertencente ao Departamento de Zootecnia da FCAV/UNESP, Jaboticabal – SP, localizada a 21°15'22" de latitude sul, 48°18'58" de longitude oeste e a 595 metros de altitude, durante os meses de janeiro e fevereiro de 2006, com duração de 30 dias, dividido em dois períodos experimentais de 15 dias cada.

Os primeiros 10 dias de cada período experimental foram destinados à adaptação dos animais à dieta e, do 11º ao 15º dia foram realizadas coletas para determinação do consumo e estimativa da digestibilidade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (duas idades de rebrota da forrageira x 2 períodos experimentais) para análise dos dados de consumo e digestibilidade. Para análise dos dados de parâmetros ruminais foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em subparcelas, sendo um fatorial 2x2 (duas idades de rebrota da forrageira x 2 períodos experimentais) nas parcelas e o tempo de coleta (0, 2, 6 e 10 horas após alimentação) na subparcela.

Foram utilizados 7 bovinos Nelore machos, com peso vivo médio de 250 kg, castrados, com cânulas de rúmen e duodeno. Os animais ficaram alojados em baias individuais de aproximadamente 12m² com cocho, bebedouro e piso de concreto durante o período de adaptação ao alimento e, durante o período de coleta experimental esses animais foram alojados em gaiolas para estudos de metabolismo

com piso ripado, comedouro e bebedouro individuais e bandejas adaptadas para coleta de fezes.

Os animais foram alimentados com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com 30 ou 60 dias de rebrota, numa oferta de 2,5% do peso corporal do animal. A forrageira era cortado pela manhã e fornecida aos animais no cocho às 7 e 19 h. Durante o período em que os animais permaneciam nas gaiolas de metabolismo a alimentação era dividida ao longo do período diurno, no intervalo das 7 às 19 h, devido ao fato do cocho das gaiolas não comportar todo capim em uma única vez e, às 19 h era fornecida a última alimentação aos animais.

2.1 Piquetes

Foram preparados 20 piquetes de *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu para a alimentação dos animais dentre os quais, 10 piquetes foram destinados à idade de rebrota de 60 dias e 10 piquetes destinados à idade de rebrota de 30 dias.

Cada piquete possuía dimensão aproximada de 20x20m e forneceu o volumoso necessário para alimentação dos animais por três dias. A cada três dias, um novo piquete era cortado, simulando uma lotação rotacionada. O corte da forrageira para fornecimento aos animais foi a 20cm do solo, para simular o pastejo por bovinos.

No preparo dos piquetes com idade de 60 dias foi realizado um corte de uniformização nos 10 piquetes. Posteriormente, a cada três dias, foi realizado o corte individual em cada um dos outros 9 piquetes destinados a este tratamento, de modo que o piquete usado no dia de fornecimento aos animais tivesse 60 dias de rebrota. Após 30 dias do corte de uniformização dos piquetes destinados à idade de rebrota de 60 dias, foi realizado o corte de uniformização nos 10 piquetes destinados à idade de rebrota de 30 dias. Posteriormente, a cada três dias, foi realizado um corte individual em cada um dos outros 9 piquetes destinados a este tratamento, de modo que o piquete usado no dia de fornecimento aos animais tivesse 30 dias de rebrota.

No dia do corte individual de cada piquete foi realizada adubação nitrogenada a lanço com 80kg de N/hectare, utilizando-se como fonte de nitrogênio a uréia.

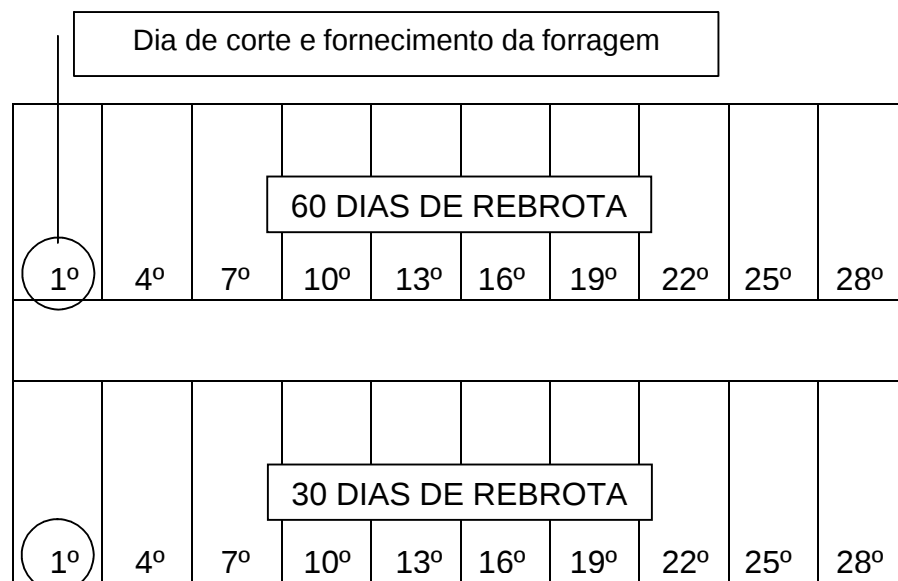


Figura 1. Esquema de corte dos piquetes experimentais

Médias da precipitação pluviométrica e temperatura durante o experimento

	Mês			
	Nov/2005	Dez/2005	Jan/2006	Fev/2006
atividade	Preparo dos piquetes com 60 dias de rebrota	Preparo dos piquetes com 30 dias de rebrota	Utilização dos piquetes com 30 e 60 dias de rebrota	Utilização dos piquetes com 30 e 60 dias de rebrota
Precipitação (mm)	41,7	242,6	237,0	416,4
Temperatura (°C)	24,3	23,5	25,0	24,2

Fonte: Estação Agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP – Jaboticabal

Após o primeiro período experimental, os animais foram sorteados novamente dentro do tratamento idade de rebrota do cultivar fornecido.

2.2 Determinação do consumo real e da digestibilidade aparente

As sobras da dieta fornecida no dia anterior foram pesadas e amostradas diariamente antes do fornecimento da dieta, pela manhã, durante os cinco dias de coleta, para cálculo do consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína (CPB), fibra em detergente ácido (CFDA) e fibra em detergente neutro (CFDN).

Para determinação da digestibilidade aparente no trato digestivo total, foi realizada a coleta total diária de fezes, da bandeja. A coleta e pesagem das fezes foram iniciadas 24 horas após o fornecimento do alimento aos animais. Após pesagem e homogeneização das fezes, uma amostra foi coletada e mantida sob refrigeração (-10 °C). Ao final do período experimental formou-se uma amostra composta por animal e período.

As amostras foram descongeladas e em seguida secas em estufa com circulação de ar forçado a 55 °C por 72 horas, sendo, posteriormente, moídas em moinho de facas com peneira de 1mm, para posterior análise laboratorial.

2.3 Parâmetros ruminais

No 5º dia do período de coleta o conteúdo ruminal foi coletado nos tempos 0 h (antes da alimentação matinal), 2 , 6 e 10 h após a alimentação para determinação do N-amoniaco e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) ruminais.

O conteúdo ruminal foi coletado manualmente em diversos pontos do rúmen através da cânula ruminal, formando uma amostra de aproximadamente 2kg. Essa amostra foi filtrada em tecido duplo de algodão, a fim de se obter 100mL de líquido ruminal e, posteriormente, devolveu-se o resíduo de conteúdo ruminal ao rúmen. Aproximadamente 20mL deste líquido foi analisado em laboratório para determinação de N-amoniaco (CHANEY & MARBACH, 1962) e outra alíquota de aproximadamente 20mL foi armazenada sob refrigeração (-10 °C) para posterior análise dos AGCC (LEVENTINI et al.,1990).

2.4 Análises químicas

Diariamente, foram coletadas amostras da forrageira fornecida aos animais e no final de cada período experimental constituída uma amostra composta. As amostras foram secas até peso constante em estufa com ventilação de ar forçado a 55 °C, por 72 horas e, posteriormente, moídas em moinho de facas com peneira de 1mm. Nessas amostras foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio (N) e energia bruta (EB) de acordo com AOAC (1990), descrito por SILVA & QUEIROZ (2002) e, para conversão em proteína bruta, foi utilizado o fator de correção de 6,25.

A fibra em detergente ácido (FDA) e a fibra em detergente neutro (FDN) foram determinadas pelo método de VAN SOEST et al. (1991), com as amostras submetidas à digestão em solução detergente, por 40 minutos em autoclave a 111°C e 0,5 atm (DESCHAMPS, 1999).

Os mesmos procedimentos foram realizados com as sobras e fezes, para determinação das respectivas análises.

O fracionamento dos compostos nitrogenados foi realizado de acordo com o protocolo descrito por KRISHNAMOORTHY et al. (1982). A fração “A” ou compostos nitrogenados não protéicos (NNP) das amostras foi obtida pela diferença entre o teor de N total e o teor de N insolúvel em ácido tricloroacético (TCA). Para determinação da fração “B₁” a amostra foi tratada com tampão borato-fosfato (TBF) e, da diferença entre o N total e o N insolúvel em TBF determinou-se o N solúvel total. A fração “B₁” é a diferença, portanto, entre o N solúvel total e a fração “A”. A fração “B₃” foi determinada pela diferença entre o N insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o N insolúvel em detergente ácido (NIDA). A fração “C” foi obtida pela determinação do NIDA e, a fração “B₂” foi então determinada subtraindo-se de 100 as somas das frações A, B₁, B₃ e C.

As amostras foram analisadas, em duplicata, no Laboratório de Nutrição Animal da FCAV/UNESP - Jaboticabal.

2.5 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas através do programa computacional SAS (1990) e para comparação de médias foi utilizado o teste F a 5% de probabilidade.

3 Resultados e discussão

A composição bromatológica e o fracionamento do nitrogênio do cultivar Marandu com 30 e 60 dias de rebrota, nos diferentes períodos experimentais são apresentados nas Tabela 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em duas idades de rebrota

Período experimental	Idade de rebrota	Nutrientes (%MS)						ED (Mcal/kg)
		MSO	MO	MM	PB	FDN	FDA	
1º Período (janeiro)	30 dias	19,53	89,36	10,64	11,43	66,74	35,39	2,72
	60 dias	24,95	91,31	8,69	7,51	69,64	37,45	2,47
2º Período (fevereiro)	30 dias	23,14	90,15	9,85	12,81	62,82	33,22	2,92
	60 dias	30,08	91,49	8,51	5,63	72,69	38,85	2,89

MSO= matéria seca original, MO= matéria orgânica, MM= matéria mineral, PB= proteína bruta, FDN= fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido, ED= energia digestível

Os valores médios encontrados para o cultivar Marandu com 60 dias de rebrota quanto ao teor de FDN são semelhantes aos encontrados por FRANCO et al. (2002), 71,26% e aos encontrados por ALVES DE BRITO et al. (2003), 71,95% para o mesmo cultivar aos 75 dias de rebrota, e, aos 30 dias de rebrota os valores encontrados são

inferiores ao encontrado por GERDES et al. (2000) de 72,75% aos 35 dias de rebrota durante o verão. O teor de FDA obtido neste experimento foi semelhante ao encontrado por FRANCO et al. (2002), 35,73% e, o teor de PB, semelhante ao encontrado por GERDES et al. (2000), 11,40% aos 35 dias e inferior ao encontrado por ALVES de BRITO et al. (2003), 13,27% aos 75 dias.

Tabela 2. Teores das frações protéicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em duas idades de rebrota

Período experimental	Idade de rebrota	Frações protéicas (% N total)				
		Fração ¹				
		A	B ₁	B ₂	B ₃	C
1º Período (janeiro)	30 dias	42,56	8,43	31,51	10,94	3,28
	60 dias	45,02	11,16	28,00	9,16	3,33
2º Período (fevereiro)	30 dias	38,68	16,92	26,87	10,71	3,41
	60 dias	38,29	14,65	22,52	8,92	7,81

¹ Frações: A= nitrogênio não protéico (fração solúvel); B₁= peptídeos e oligopeptídeos (fração de rápida degradação ruminal); B₂= proteína verdadeira (degradabilidade intermediária); B₃= proteína associada à fibra em detergente neutro (lenta degradabilidade ruminal) e fração C= proteína insolúvel em detergente ácido indigestível (indegradável)

A concentração de FDN é uma medida interessante para se avaliar a participação da parede celular na composição dos tecidos. O espessamento da parede celular secundária observado com a maturação dos tecidos vegetais resulta no incremento da concentração da FDN em detrimento do conteúdo celular. Especialmente em gramíneas e pela natureza distinta de seus tecidos, o conteúdo de FDN é maior no caule em relação às folhas (ALVES de BRITO et al., 2003), o que pode explicar o maior valor de FDN para o cultivar aos 60 dias de rebrota, especialmente no segundo período experimental, visto que, foi visível nos piquetes o espessamento e alongamento do caule em relação às folhas. De acordo com o referido autor, com a

rápida elongação da haste das gramíneas no verão, a participação dos constituintes da parede celular é maior e, conseqüentemente, a concentração de proteína bruta é mais baixa, o que demonstra a análise bromatológica do cultivar Marandu nos diferentes períodos neste experimento.

O fracionamento da proteína, de acordo com sua biodisponibilidade e taxa de degradação, que pode ser dividida em A= nitrogênio não protéico (fração solúvel); B₁= peptídeos e oligopeptídeos (fração de rápida degradação ruminal); fração B₂= proteína verdadeira (degradabilidade intermediária); fração B₃= proteína associada à fibra em detergente neutro (lenta degradabilidade ruminal) e fração C= proteína insolúvel em detergente ácido indigestível (SNIFFEN et al., 1992), permite prever, de forma adequada, o comportamento dos alimentos consumidos por ruminantes e a disponibilidade de nitrogênio e compostos nitrogenados aos microrganismos do rúmen. A forrageira aos 30 e 60 dias de idade de rebrota, apresentou altas concentrações das frações A (rápida degradação) e B₂ (degradação intermediária) e baixa concentração da fração C (não degradável) (Tabela 2), o que o torna um volumoso interessante na alimentação de ruminantes. Alguns autores relatam na literatura deficiência da fração B₁ na proteína de forrageiras (RUSSEL et al., 1992; SNIFFEN et al., 1992), porém tal fato não foi observado nesse experimento para o cultivar Marandu, o qual apresentou valores entre 8,43 e 16,92 % N total aos 30 dias e entre 11,16 e 14,65 % N total aos 60 dias de rebrota durante o verão.

Segundo RUSSELL et al. (1992), os microrganismos ruminais fermentadores de carboidratos estruturais utilizam amônia como fonte de nitrogênio para o seu crescimento e, de acordo SNIFFEN et al. (1992) a fração A juntamente com a fração B₁ da proteína, que é considerada como sendo degradada no rúmen, são utilizados pela microbiota ruminal. Porém, altas proporções de nitrogênio não-protéico podem resultar em maiores perdas nitrogenadas devido à falta do esqueleto de carbono prontamente disponível para que a síntese de proteína microbiana ocorra. Nos resultados deste experimento pode-se observar que a proporção de nitrogênio não-protéico é alta (em média 41% do N total) na forrageira aos 30 e 60 dias de rebrota. Entretanto, não foi feito o fracionamento do carboidrato na forrageira, impossibilitando, assim, um

detalhamento de possíveis perdas nitrogenadas por falta de esqueleto de carbono no rúmen, afetando a síntese microbiana. Contudo, as gramíneas tropicais, como o caso da forrageira utilizada neste experimento, apresentam baixos teores de carboidratos solúveis e maiores teores de carboidratos insolúveis, mas potencialmente degradáveis, porém, não foram observadas alterações no funcionamento ruminal dos animais.

3.1 Consumo

Os dados relativos ao consumo de matéria seca e nutrientes são apresentados na Tabela 3.

Não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) para a interação idade de rebrota e período experimental sobre o CMS, CMO, CFDN e CFDA, da forrageira *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. No CPB houve efeito significativo ($P<0,05$) para a idade de rebrota da forrageira, sendo que o CPB da forrageira aos 60 dias de rebrota foi inferior ao da forrageira aos 30 dias de rebrota devido aos teores de PB serem inferiores na composição da forrageira (Tabela 1).

Tabela 3. Consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN) e fibra em detergente ácido (CFDA) por bovinos alimentados com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em duas idades de rebrota

Período experimental	Idade de rebrota	CMS	CMO	CPB kg/dia	CFDN	CFDA
1º Período (janeiro)	30 dias	3,99 ^a	3,59 ^a	0,47 ^a	2,67 ^a	1,42 ^a
	60 dias	3,46 ^a	3,15 ^a	0,29 ^b	2,31 ^a	1,23 ^a
2º Período (fevereiro)	30 dias	4,62 ^a	4,17 ^a	0,59 ^a	2,89 ^a	1,53 ^a
	60 dias	4,39 ^a	4,04 ^a	0,24 ^b	3,19 ^a	1,70 ^a
CV (%)		17,8	17,9	17,4	18,6	18,9

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si, pelo Teste F ($P>0,05$)
CV = coeficiente de variação.

Segundo VAN SOEST (1994), eficiência e consumo mostram maior variação entre animais, e por isso, estabelecer valores relativos aos alimentos para esses componentes é mais difícil que para digestibilidade. O referido autor menciona também que, para o consumo, coeficiente de variação até 30% pode ser atribuído às variações entre animais enquanto coeficiente de variação de 50% pode ser atribuído à dieta.

As idades de rebrota da forrageira não influenciaram o consumo de matéria seca e nutrientes, com exceção a PB, no intervalo proposto no presente experimento. Dessa forma, em sistemas de lotação rotacionada, o período de descanso de 30 dias dos piquetes permite a reutilização em menor tempo dessa área. Em casos onde não seja possível a utilização da forragem aos 30 dias de rebrota é possível a utilização desta no intervalo proposto sem prejuízos, considerando-se o consumo animal.

3.2 Digestibilidade

Os dados relativos a digestibilidade aparente total de nutrientes são apresentados na Tabela 4.

Digestibilidade ruminal é o produto do tempo de retenção no rúmen pelas características de degradação do alimento. As partículas maiores dos alimentos permanecem mais tempo no rúmen, até que sejam reduzidas a tamanhos adequados à ação dos microrganismos ruminais e, dessa forma, afetam a digestibilidade dos alimentos. Segundo VAN SOEST (1994) para a digestibilidade, coeficiente de variação até 3% pode ser atribuído às variações entre animais enquanto coeficiente de variação de 30% pode ser atribuído à dieta. No presente experimento foram observados coeficientes de variação abaixo de 3% para as digestibilidades dos nutrientes, permitindo, portanto, a afirmação que a variação nesta foi mais dependente do animal que da dieta.

Na digestibilidade aparente total da matéria seca (DMS) e da matéria orgânica (DMO) foi observado efeito significativo ($P < 0,05$) para o período experimental. Em janeiro (período primeiro período experimental) a forrageira apresentou DMS inferior ao fevereiro (segundo período experimental). O mesmo comportamento foi observado para

a DMO. Segundo ALVES de BRITO et al. (2003) a concentração de FDN se correlaciona negativamente com a digestibilidade da matéria seca, o que não foi observado nesse experimento, visto que a DMS foi maior no segundo período experimental, justamente o momento em que a forrageira apresentava maior concentração de FDN. MOORE & MOTT (1973), afirmam que a digestibilidade das forrageiras tropicais varia de 55 a 60%, podendo diminuir, se a concentração de proteína bruta da forragem for da ordem de 4 a 6%. No presente experimento, a forrageira apresentou valor de digestibilidade de 22 a 25% superior que o encontrado pelos autores citados, mesmo com teores protéicos próximos aos referidos pelos autores como prejudiciais à digestibilidade das forrageiras tropicais.

Tabela 4. Valores médios da digestibilidade aparente total da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN) e fibra em detergente ácido (DFDA) observado para a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em duas idades de rebrota

Período experimental	Idade de rebrota	DMS	DMO	DPB	DFDN	DFDA
		%				
1º Período (janeiro)	30 dias	73,08 ^b	75,26 ^b	80,21 ^a	74,81 ^b	70,25 ^b
	60 dias			74,86 ^b	70,63 ^c	65,80 ^c
2º Período (fevereiro)	30 dias	75,04 ^a	77,27 ^a	83,63 ^a	74,51 ^{ab}	69,30 ^{ab}
	60 dias			68,44 ^c	76,16 ^a	73,16 ^a
CV %		1,8	1,6	2,4	2,1	2,6

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si, pelo Teste F ($P>0,05$)

CV = coeficiente de variação

Foi observado efeito significativo ($P<0,05$) para a interação idade de rebrota e período experimental para a digestibilidade aparente total da proteína bruta (DPB), da fibra em detergente neutro (DFDN) e da fibra em detergente ácido (DFDA). Na DFDN e

DFDA foram observados os menores valores aos 60 dias de rebrota durante o primeiro período experimental.

A DPB da forrageira aos 30 dias de rebrota, independente do período experimental, foi maior que aos 60 dias de rebrota. De acordo com MILFORD & MINSON (1966) teores de proteína bruta inferiores a 7% na matéria seca de algumas gramíneas tropicais, como observado nesse experimento para a idade de rebrota de 60 dias no segundo período experimental, promoveram redução na digestão das mesmas, devido a inadequados níveis de nitrogênio para os microrganismos do rúmen. Além do teor inferior da proteína bruta da forrageira, a fração C da proteína aos 60 dias de rebrota (Tabela 2), que é indegradável, foi maior no segundo período experimental, explicando também o resultado observado para a digestibilidade da proteína bruta, que aos 60 dias do segundo período foi em média 6,4% menor que no primeiro período experimental.

Quanto à digestibilidade das fibras (FDN e FDA), os maiores valores foram observados para a forrageira aos 60 dias de rebrota no segundo período experimental, enquanto os menores valores foram observados para o mesmo cultivar durante o primeiro período experimental. A digestibilidade das fibras aos 30 dias de idade foi semelhante em ambos os períodos.

3.3 Parâmetros ruminais

Na Figura 2, é apresentada a produção de nitrogênio amoniacal antes (0 h) e 2, 4, 6 e 10 h, após a alimentação dos animais. As concentrações de nitrogênio amoniacal no rúmen apresentaram efeitos significativos ($P < 0,05$) para as interações período experimental e tempo, período experimental e idade de rebrota e também para a interação idade de rebrota e tempo. Foi observado que durante o primeiro período experimental ocorreu queda na concentração de $N-NH_3$ dez horas após alimentação, assim como, no mesmo horário ocorreu queda na concentração de $N-NH_3$ para as idades de rebrota 30 e 60 dias.

De acordo com MERCHEN (1993) quantidades significativas de amônia são produzidas no rúmen pela degradação microbiana da proteína da dieta, hidrólise do nitrogênio não protéico proveniente da dieta e por via endógena e da passagem e degradação de células microbianas. A amônia produzida pode então ser utilizada como fonte de N para a biossíntese de aminoácidos pelos microrganismos ruminais ou ser absorvida pela parede do rúmen por difusão passiva. A quantidade absorvida é relacionada positivamente com a concentração de amônia e pH ruminal. Segundo OWENS & ZINN (1988), existe variação na concentração de N-NH₃ nos horários após a alimentação, cuja intensidade depende do tipo de alimento. Com uréia, as concentrações máximas de N-NH₃ ocorrem entre uma e duas horas após seu fornecimento, enquanto rações ricas em proteína vegetal propiciaram o pico entre três e quatro horas após o consumo. No presente experimento, os dados apresentaram pico de concentração máxima de N-NH₃ duas horas após alimentação, provavelmente pelo alto valor da Fração A da proteína (o nitrogênio não protéico) da forrageira, de rápida degradação pelos microrganismos do rúmen.

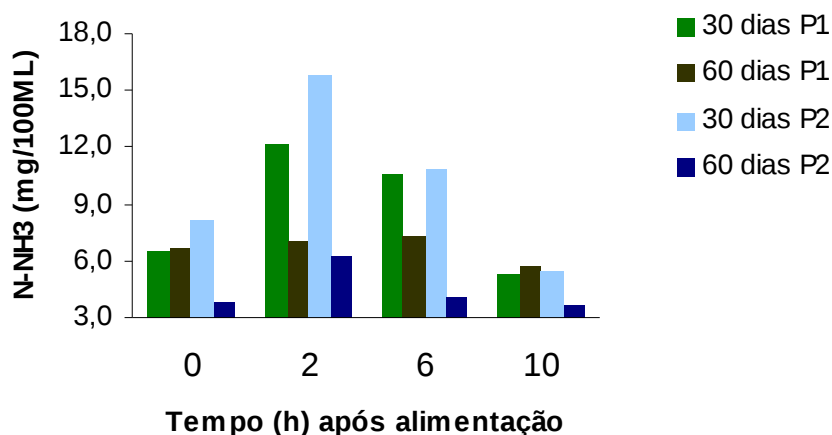


Figura 2. Valores médios da concentração de nitrogênio amoniacal ruminal 0, 2, 6 e 10 horas após alimentação dos animais

A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu aos 30 e 60 dias de idade de rebrota, apresentou altos teores da fração A (38,29 a 45,02% do nitrogênio total), com rápida

taxa de degradação e disponibilidade aos microrganismos ruminais. A fração B₁, de rápida degradação, foi baixa (8,43 a 16,92% do nitrogênio total) e a fração B₂, de degradabilidade intermediária, com valores de 22,52 a 31,51% do nitrogênio total. Essas frações juntas (A, B₁ e B₂) garantiriam nitrogênio suficiente aos microrganismos do rúmen por várias horas após a ingestão do alimento, permitindo dessa forma, na presença de esqueleto de carbono disponível, um ótimo aproveitamento do alimento. Entretanto, foi observado menor digestibilidade da proteína para a forrageira aos 60 dias de rebrota (Tabela 2) que pode ter ocasionado os baixos valores na concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen principalmente durante o segundo período experimental. Dessa forma a concentração de nitrogênio amoniacal, observada com a forrageira aos 60 dias de rebrota no segundo período experimental ficou aquém do mínimo necessário sugerido por SATER & SLYTER (1974) que é de 5 mg/100mL, para adequada fermentação da fibra no rúmen. Quando se considera o valor de concentração de amônia ruminal preconizado por LENG (1990), 20 mg de N-NH₃/100 mL de líquido ruminal, como ideal para maximização do consumo voluntário em condições tropicais, verificou-se que, em todos os tempos observados, tanto aos 30 quanto aos 60 dias de idade de rebrota da forrageira, as concentrações se apresentaram inferiores a esse valor. Os valores de N-NH₃/100 mL preconizados para adequada fermentação ruminal da fibra apresentam amplitude devido a fatores como eficiência de síntese microbiana e taxa de passagem de líquidos.

Os valores médios da concentração dos ácidos graxos de cadeia curta totais são apresentados na Figura 3.

Foi observado efeito significativo ($P < 0,05$) para a interação período experimental e idade de rebrota da forrageira. A maior concentração de AGCC total no rúmen ocorreu no primeiro período experimental para o cultivar aos 30 dias de rebrota. Durante o segundo período experimental a concentração de AGCC total foi semelhante para as duas idades de rebrota.

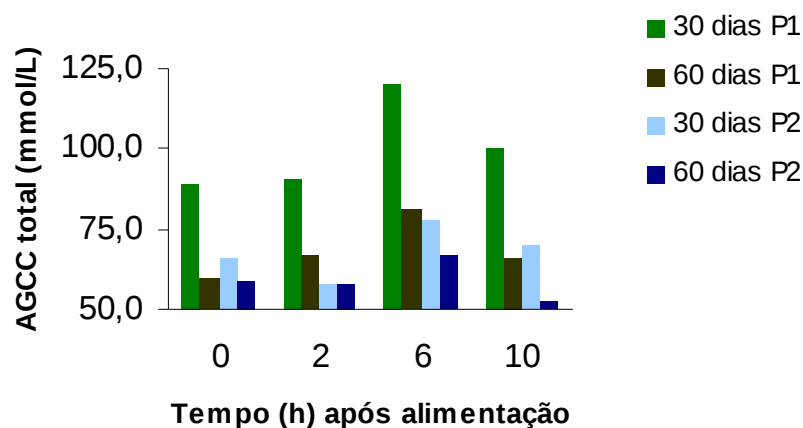


Figura 3. Valores médios da concentração de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) no rúmen 0, 2, 6 e 10 horas após alimentação dos animais

De acordo com CHURCH (1988) a quantidade de ácidos graxos de cadeia curta no fluido ruminal é reflexo da atividade microbiana e da taxa de absorção destes pela parede ruminal. Além disso, segundo o autor, a proporção entre eles varia com o tipo de substrato, nível de ingestão, frequência de alimentação, taxa de diluição e osmolaridade.

A concentração de acetato, propionato, butirato e relação acetato:propionato são apresentadas na Figura 4.

Foi observado efeito significativo ($P < 0,05$) para a interação período experimental e idade de rebrota. A maior concentração dos AGCC, individualmente, foi observada aos 30 dias de rebrota, durante o primeiro período experimental. Pôde-se verificar que os ácidos graxos de cadeia curta apresentaram pico de concentração seis horas após alimentação.

A relação acetato:propionato pode ser utilizada como um indicador de estabilidade ruminal (OLIVEIRA Jr., 2002). No presente experimento foi observado queda na relação acetato:propionato 6 horas após a alimentação. Nesse horário a

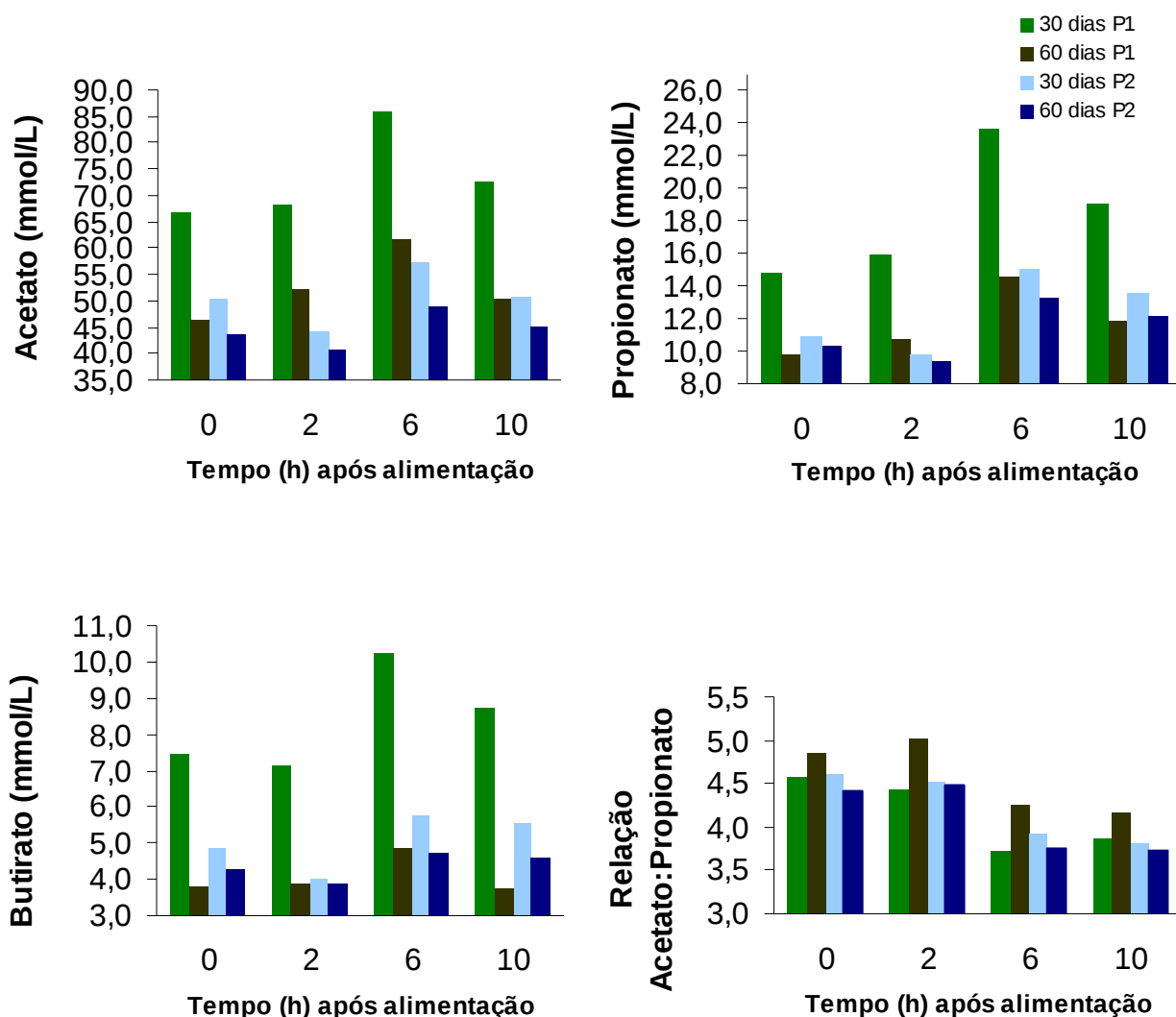


Figura 4. Valores médios da concentração de acetato, propionato, butirato e relação acetato:propionato no rúmen 0, 2, 6 e 10 horas após alimentação dos animais e relação acetato:propionato

concentração de propionato é maior quando comparada com os horários anteriores, o que não ocorreu com o acetato, que apresentou pequeno aumento em sua concentração ao comparar o tempo de seis horas após a alimentação com os horários anteriores.

Em uma dieta exclusiva de forragem, a relação esperada na concentração de acetato, propionato e butirato sobre o total de AGCC produzidos no rúmen é em torno de 70%, 20% e 10%, respectivamente. As análises dos resultados obtidos nesse experimento demonstraram que as concentrações médias foram 74% de acetato, 18% de propionato e 8% de butirato, em animais recebendo *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no intervalo de rebrota de 30 e 60 dias.

Os parâmetros ruminais observados N-NH₃ e AGCC estiveram dentro do esperado para dietas exclusivas de gramíneas.

4 Conclusões

A idade de rebrota da forrageira não influenciou consumo de matéria seca e nutrientes no intervalo proposto no presente experimento. Considerando-se o consumo animal, em locais onde não seja possível a utilização da forragem aos 30 dias de rebrota é possível sua utilização até 60 dias de rebrota.

Em sistemas de lotação rotacionada com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu o período de descanso de 30 dias dos piquetes permite a reutilização em menor tempo dessa área.

CAPÍTULO 3 – FLUXO DE NUTRIENTES PELO TRATO DIGESTIVO DE BOVINOS DE CORTE ALIMENTADOS COM *Brachiaria brizantha* cv. Marandu EM DUAS IDADES DE REBROTA

RESUMO – O indicador externo óxido de cromo (Cr_2O_3) e os indicadores internos, fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) foram utilizados na estimativa de fluxo de nutrientes pelo duodeno no método de único indicador. Também foram determinadas a recuperação dos indicadores e a produção fecal estimada foi comparada com os resultados obtidos na coleta total. A dieta dos animais foi a forrageira *Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf. cv. Marandu em duas idades de rebrota (30 e 60 dias). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial $2 \times 2 \times 4$ (2 idades de rebrota da forrageira x 2 períodos experimentais x 4 indicadores) para produção fecal e $2 \times 2 \times 3$ (2 idades de rebrota da forrageira x 2 períodos experimentais x 3 indicadores) para cálculo do fluxo de nutrientes duodenal. Bovinos consumindo a forrageira *Brachiaria brizantha* nas idades de rebrota de 30 e 60 dias apresentaram fluxo duodenal de nutrientes semelhantes. Os indicadores Cr_2O_3 , FDNi e FDAi superestimaram a produção fecal e apresentaram baixa recuperação nas fezes, entretanto, o Cr_2O_3 foi o indicador que mais se aproximou da coleta total de fezes. Na estimativa do fluxo de nutrientes pelo duodeno com os resultados da coleta total de fezes, o indicador FDNi apresentou a estimativa mais adequada (média de 1,58 kg/MS dia), enquanto o indicador Cr_2O_3 superestimou o fluxo duodenal de nutrientes.

Palavras-Chave: indicador externo, indicador interno, matéria seca fecal, produção fecal

1 Introdução

A digestão no trato gastrintestinal (TGI) multicompartimental dos ruminantes é o resultado de um número de processos dinâmicos, que devem ser individualmente medidos para sua correta compreensão (ELLIS et al., 1980). A técnica dos indicadores pode promover a estimativa da extensão da digestão e do tempo de retenção nas diversas partes do trato gastrintestinal, podendo ser extremamente útil na função de partição digestiva dentro do trato (FAICHNEY, 1975).

Quando se utiliza a técnica de único indicador na estimativa do fluxo da digesta e seus constituintes, assume-se que a composição da digesta coletada na cânula é idêntica à da digesta que está passando pela cânula e que o indicador será totalmente recuperado, sem absorção ou modificação no TGI animal. Diversos indicadores têm sido utilizados nas pesquisas de fluxo de digesta duodenal (FAICHNEY, 1975, 1980, 1993; FRANCE & SIDDONS, 1986; BERCHIELLI et al., 1998; FREGADOLLI et al., 2001; LADEIRA et al., 2001; FREITAS et al., 2002; ÍTAVO et al., 2002; BERCHIELLI et al., 2005), sempre em busca do indicador que possa ser considerado ideal, seja este interno ou externo.

Para os indicadores externos, substâncias adicionadas artificialmente à dieta, a maior preocupação nos estudos de fluxo é referente à sua completa recuperação após passagem pelo TGI animal e, alcançada essa condição, sua utilização na estimativa de produção fecal permite que seja calculado o fluxo em qualquer parte do trato. Quando não há a recuperação satisfatória dos indicadores para estimativa da produção fecal, há a necessidade da coleta total de fezes para cálculo do fluxo de digesta. Dessa forma, um indicador com boa recuperação pode diminuir a quantidade de coletas durante os experimentos e ser empregado em ensaios de pastejo. BERCHIELLI et al. (1998) relataram baixa recuperação para o Cr_2O_3 que superestimou os valores obtidos para o fluxo de matéria seca duodenal, concordando com os resultados obtidos por FREITAS et al. (2002).

Os indicadores internos apresentam maiores problemas que apenas a recuperação fecal dos mesmos. Esses, por serem indicadores indigestíveis

componentes do alimento, e representarem em sua maioria a porção indigestível da fibra, podem apresentar comportamento diferenciado em sua recuperação, dependendo do tipo de dieta à qual o animal for submetido. BERCHIELLI et al. (2005) encontraram produção fecal subestimada quando comparada com a coleta total usando indicadores internos (FDNi e FDAi) em animais alimentados com feno de Tifton-85 como volumoso, enquanto a produção fecal estimada com os mesmos indicadores internos não diferiu da coleta total em animais alimentados com silagem de milho. Em animais alimentados com cana-de-açúcar como volumoso, os indicadores internos superestimaram a produção fecal.

O volumoso da dieta pode influenciar o comportamento dos indicadores internos nas estimativas de fluxo de digesta e considerando-se esse fator ao se optar pela utilização da fibra em detergente neutro à utilização da fibra em detergente ácido ou qualquer outro indicador interno no estudo de fluxo, talvez as estimativas de fluxo de digesta possam ser estimadas com maior confiabilidade. As modificações das gramíneas, decorrentes do amadurecimento da planta também podem promover alterações na composição de suas fibras prejudicando a recuperação dos indicadores internos FDAi e FDNi, além de não serem encontrados pesquisas de fluxo de digesta em dietas exclusivas de forragem fresca para bovinos.

O objetivo do presente trabalho foi estimar o fluxo de digesta duodenal com o indicador externo Cr_2O_3 e indicadores internos FDNi e FDAi, pelo método de único indicador em dois períodos experimentais. Foram adotadas, para efeito de comparação dos indicadores internos, duas idades de rebrota (30 e 60 dias) da forrageira *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

2 Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Setor de Avaliação de Alimentos e Digestibilidade pertencente ao Departamento de Zootecnia da FCAV/UNESP,

Jaboticabal – SP, durante os meses de janeiro e fevereiro de 2006, com duração de 30 dias, dividido em dois períodos experimentais de 15 dias cada.

Os primeiros 10 dias de cada período experimental foram destinados à adaptação dos animais à dieta e, do 11º ao 15º dia foram realizadas coletas para determinação do consumo e estimativa da digestibilidade e fluxo de nutrientes pelo duodeno. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2x4 (duas idades de rebrota da forrageira x 2 períodos experimentais x 4 “indicadores” (3 indicadores + coleta total)) para a variável produção fecal e fatorial 2x2x3 (duas idades de rebrota da forrageira x 2 períodos experimentais x 3 indicadores) para estimativa de fluxo de digesta duodenal.

Foram utilizados 7 bovinos Nelore machos, com peso vivo médio de 250 kg, castrados, com cânulas de rúmen e duodeno. Os animais ficaram alojados em baias individuais de aproximadamente 12m² com cocho, bebedouro e piso de concreto durante o período de adaptação ao alimento e, durante o período de coleta experimental esses animais foram alojados em gaiolas para estudos de metabolismo com piso ripado, comedouro e bebedouro individuais e bandejas adaptadas para coleta de fezes.

Os animais foram alimentados com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com 30 ou 60 dias de rebrota, numa oferta de 2,5% do peso corporal do animal. A forrageira era cortada pela manhã e fornecida aos animais no cocho às 7 e 19 h. Durante o período em que os animais permaneciam nas gaiolas de metabolismo, a alimentação dos animais era dividida ao longo do período diurno, no intervalo das 7 às 19 h, devido ao fato do cocho das gaiolas não comportar todo alimento em uma única vez e, às 19 h era fornecida a última quantia diária do alimento aos animais.

Foram preparados 20 piquetes de *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu para a alimentação dos animais dentre os quais, 10 piquetes foram destinados à idade de rebrota de 60 dias e 10 piquetes destinados à idade de rebrota de 30 dias.

Cada piquete possuía dimensão aproximada de 20x20m e forneceu o volumoso necessário para alimentação dos animais por três dias. A cada três dias, um novo

piquete era cortado, simulando uma lotação rotacionada. O corte da forrageira para fornecimento aos animais foi a 20cm do solo, para simular o pastejo por bovinos.

No preparo dos piquetes com idade de 60 dias foi realizado um corte de uniformização nos 10 piquetes. Posteriormente, a cada três dias, foi realizado o corte individual em cada um dos outros 9 piquetes destinados a este tratamento, de modo que o piquete usado no dia de fornecimento aos animais tivesse 60 dias de rebrota. Após 30 dias do corte de uniformização dos piquetes destinados à idade de rebrota de 60 dias, foi realizado o corte de uniformização nos 10 piquetes destinados à idade de rebrota de 30 dias. Posteriormente, a cada três dias, foi realizado um corte individual em cada um dos outros 9 piquetes destinados a este tratamento, de modo que o piquete usado no dia de fornecimento aos animais tivesse 30 dias de rebrota.

No dia do corte individual de cada piquete foi realizada adubação nitrogenada a lanço com 80kg de N/hectare, utilizando-se como fonte de nitrogênio a uréia.

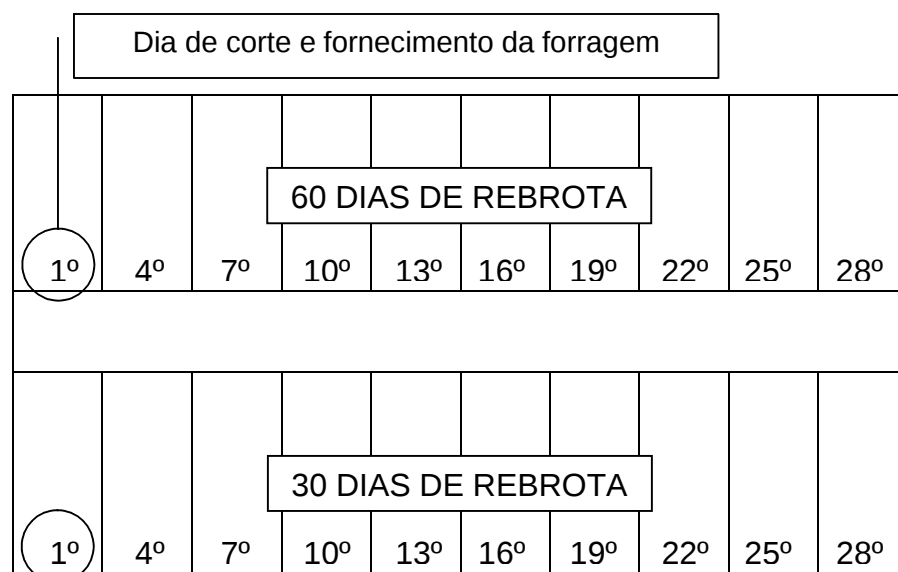


Figura 1. Esquema de corte dos piquetes experimentais

Após o primeiro período experimental, os animais foram sorteados novamente dentro do tratamento idade de rebrota do cultivar fornecido.

2.1 Determinação do consumo, da digestibilidade aparente e produção fecal

As sobras da dieta fornecida no dia anterior foram pesadas e amostradas diariamente antes do fornecimento da dieta, pela manhã, durante os dias de coleta, para cálculo do consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN).

Para determinação da digestibilidade aparente no trato digestivo total, foi realizada a coleta total diária de fezes, da bandeja, durante os 5 dias de coleta. A coleta e pesagem das fezes foram iniciadas 24 horas após o fornecimento do alimento aos animais. Após pesagem e homogeneização das fezes, uma amostra foi coletada e mantida sob refrigeração (-10 °C). Ao final do período experimental formou-se uma amostra composta por animal e período.

As amostras foram descongeladas e em seguida secas em estufa de ar forçado a 55 °C por 72 horas, sendo, posteriormente, moídas em moinho de facas em peneira de 1mm.

2.2 Procedimentos com os indicadores

O óxido de crômio foi fornecido nos horários de alimentação dos animais, às 7 e 19 h, na quantidade de 10g Cr_2O_3 /dia, acondicionado em cartuchos de papel toalha contendo 5g Cr_2O_3 cada e, fornecidos via cânula ruminal aos animais.

A administração do indicador Cr_2O_3 iniciou-se 7 dias antes do período de coleta e se estendeu até o final do período experimental.

2.2.1 Amostras de duodeno

Durante quatro dias, foram realizadas as coletas de 300mL de digesta duodenal, no esquema: no 1º dia, as amostras foram coletadas às 08, 14 e 20 h, no 2º dia, as amostras foram coletadas às 02 e 11 h, no 3º dia, as amostras foram coletadas às 17 e 23 h e, no 4º dia, as amostras foram coletadas às 05 h. Após a coleta, as amostras

foram secas em estufa a 55 °C por 72 h, moídas em moinho de facas com peneira de 1mm e formada uma amostra composta (considerando-se o peso individual de cada amostra) por animal e período.

Foram determinadas a MS, MO, FDN, FDA e a concentração dos indicadores crômio (Cr), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) nas amostras compostas.

Foram considerados FDNi e FDAi na dieta, digesta duodenal e fezes, o resíduo obtido após 144 h de incubação *in situ* segundo BERCHIELLI et al. (2000). Para a incubação, foram utilizados 4 bovinos com peso corporal médio de 200kg. Foram incubadas amostras em duplicata.

2.3 Análises químicas

Diariamente, foram coletadas amostras da forrageira fornecida aos animais e no final de cada período experimental, constituída uma amostra composta. As amostras foram secas até peso constante em estufa com ventilação de ar forçado a 55 °C, por 72 horas, e, posteriormente, moídas em moinho de facas com peneira de 1mm. Nessas amostras foram determinados os teores de MS, MO, N e EB de acordo com AOAC (1990), descrito por SILVA & QUEIROZ (2002) e para determinação da PB foi adotado o valor de conversão de 6,25. A fibra em detergente ácido e a fibra em detergente neutro foram determinadas pelo método de VAN SOEST et al. (1991), com as amostras submetidas à digestão em solução detergente por 40 minutos em autoclave a 111 °C e 0,5 atm (DESCHAMPS, 1999). O mesmo procedimento foi realizado com as sobras, fezes e digesta duodenal. A composição química e teor de indicadores internos da forrageira fornecida podem ser observados na Tabela 1.

A concentração de Cr nas amostras foi determinada conforme WILLIAMS et al. (1962) e as leituras realizadas em espectrofotômetro de absorção atômica VARIAN AA 220FS com chama de ar-acetileno. Na digestão do indicador Cr não foi realizada análise em duplicata. As amostras foram analisadas em duplicata no Laboratório de Nutrição Animal da FCAV/UNESP – Jaboticabal.

Tabela 1. Composição química (% MS) e teor de indicadores internos da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em duas idades de rebrota

	Idade de rebrota	MSO	MO	MM	PB	FDN	FDA	FDNi ¹	FDAi ¹
		(%)							
1º Período (janeiro)	30 dias	19,53	89,36	10,64	11,43	66,74	35,39	52,30	16,38
	60 dias	24,95	91,31	8,69	7,51	69,64	37,45	55,28	17,60
2º Período (fevereiro)	30 dias	23,14	90,15	9,85	12,81	62,82	33,22	48,36	15,23
	60 dias	30,08	91,49	8,51	5,63	72,69	38,85	59,26	18,40

MSO= matéria seca original, MO=matéria orgânica, MM=matéria mineral, PB=proteína bruta, FDN= fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido, FDNi= fibra em detergente neutro indigestível, FDAi= fibra em detergente ácido indigestível

¹ Teores corrigidos para MS

2.4 Cálculos

Na estimativa do fluxo duodenal de matéria seca no método de único indicador a equação em função do indicador foi:

- Indicador externo:

$$\text{Fluxo Duodenal de MS} = \frac{\text{Gramas de indicador fornecido}}{\text{Concentração do indicador (g) / MS duodenal (g)}}$$

- Indicador interno:

$$\text{Fluxo Duodenal de MS} = \frac{\text{MS fecal} \times \% \text{ FDNi (ou FDAi) nas fezes}}{\% \text{ FDNi (ou FDAi) na MS duodenal}}$$

Na estimativa da produção fecal a equação utilizada foi:

$$\text{Produção fecal (g/dia)} = \frac{\text{Quantidade de indicador ingerido (g)}}{\text{Concentração do indicador nas fezes (g)}}$$

Para cálculo de recuperação fecal:

$$\text{Recuperação de MS fecal (\%)} = \frac{\text{MS fecal estimada (g)}}{\text{MS coleta total (g)}} \times 100$$

Na estimativa de recuperação dos indicadores:

$$\text{Recuperação do indicador} = \frac{1}{\text{Recuperação de MS fecal (\%)}} \times 100$$

Na estimativa das digestibilidades ruminal e pós ruminal as equações utilizadas foram:

$$\text{Digestibilidade (\%)}_{\text{ruminal}} = \frac{\text{Consumo (kg)} - \text{Fluxo estimado pelo indicador (kg)}}{\text{Consumo (kg)}} \times 100$$

$$\text{Digestibilidade (\%)}_{\text{pós -ruminal}} = \frac{\text{Fluxo duodeno (kg)} - \text{Produção fecal (kg)}}{\text{Consumo (kg)}} \times 100$$

2.5 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas através do programa computacional SAS (1990) e para comparação de médias foi utilizado o teste F a 5% de probabilidade.

3 Resultados e discussão

3.1 Produção fecal

Os dados referentes à produção fecal são apresentados na Tabela 2.

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) para as interações período experimental e indicador e, idade de rebrota e indicador utilizado na estimativa de produção fecal.

Houve efeito significativo ($P<0,05$) para indicador na estimativa da produção fecal. Todos indicadores diferiram entre si e dos resultados obtidos com a coleta total de fezes. A produção fecal foi superestimada tanto pelo indicador interno quanto pelos indicadores externos quando comparada à coleta total. O indicador FDNi foi o pior na estimativa da produção fecal.

A superestimativa na produção fecal obtida pelo uso dos indicadores possivelmente ocorreu devido a baixa recuperação dos indicadores nas fezes. Todos os indicadores utilizados apresentaram baixa recuperação (54%, 27% e 36% para Cr_2O_3 , FDNi e FDAi, respectivamente).

Tabela 2. Médias de produção fecal estimadas pelos indicadores óxido de crômio (Cr_2O_3), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) e recuperação fecal desses indicadores

Parâmetro	Indicadores				CV(%)
	Cr_2O_3	FDNi	FDAi	Coleta total	
Produção fecal (MS kg/dia)	1,92 ^c	4,17 ^a	3,35 ^b	1,04 ^d	25,6
Recuperação de MS fecal (%)	186,8 ^c	395,1 ^a	315,1 ^b		15,2
Recuperação fecal Indicador	0,54 ^a	0,27 ^c	0,36 ^b		

Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si, pelo Teste F ($P>0,05$)

De acordo com Curran et al. (1967) citados por RODRIGUEZ et al. (2006), a baixa recuperação fecal do indicador Cr_2O_3 pode ser em função da variabilidade dos resultados obtidos pelas metodologias de análise. Considerando-se os métodos de digestão das amostras para determinação da concentração do cromo, RIBEIRO (1999) e IMAIZUMI (2000) utilizaram a metodologia de FENTON & FENTON (1979) enquanto RABELO (2002) utilizou a metodologia de WILLIAMS et al. (1962) e, considerando-se o método de leitura RIBEIRO (1999), IMAIZUMI (2000) e RABELO (2002) utilizaram a espectrofotometria de absorção atômica enquanto OLIVEIRA Jr. (2002) utilizou a fluorescência de raios X. Apesar das diferentes metodologias para digestão e leitura da concentração de cromo nas amostras, os autores observaram recuperações insatisfatórias e impossibilidade de utilização deste indicador nas estimativas de digestibilidade dos nutrientes.

ZEOULA et al. (2002) relataram recuperação de 101,6% para o indicador FDNi e 89,76% para o FDAi nas fezes utilizando como componente da ração o volumoso feno de Tifton 85 colhido aos 42 dias. Esses autores concluíram que a FDNi foi eficiente na estimativa da produção fecal, diferente dos resultados obtidos no presente trabalho. Resultados diferentes foram obtidos por BERCHIELLI et al. (2000) em relação à recuperação fecal do indicador FDAi com a ração composta por silagem de milho ou híbrido de milho. Os autores concluíram que este indicador apresentou resultado semelhante ao da coleta total de fezes na estimativa da produção fecal, assim como FREITAS et al. (2002) que concluíram que a FDAi e o Cr_2O_3 podem ser utilizados na estimativa da produção fecal.

BERCHIELLI et al. (2005) relataram que a FDAi *in situ* não diferiu da coleta total utilizando o feno de Tifton 85 como volumoso enquanto a FDNi *in situ* e o Cr_2O_3 superestimaram a produção fecal. Para silagem de milho, apenas as estimativas por meio do FDAi *in vitro* não diferiram da coleta total e as estimativas de produção fecal utilizando os indicadores FDAi e FDNi diferiram da coleta total para a cana-de-açúcar, enquanto o indicador Cr_2O_3 não apresentou diferença. Esses autores relataram, portanto, que os indicadores apresentam comportamento diferenciado de acordo com cada volumoso estudado e, entre as razões para essa diferença, possivelmente seria a

constituição da fibra de cada volumoso a qual desempenha importante papel, podendo afetar a taxa e extensão de degradação.

No presente experimento não foi observado efeito significativo para a interação período experimental e indicador utilizado, e, os resultados demonstram que os indicadores FDNi e FDAi não foram eficientes na estimativa da produção fecal para a forrageira *Brachiaria* cv. Marandu aos 30 e aos 60 dias de rebrota. A idade de rebrota e, conseqüentemente, os teores de FDNi e FDAi não influenciaram o comportamento desses indicadores em um mesmo volumoso, possivelmente por apresentarem arranjo da molécula de lignina semelhantes. Contudo, como proposto por BERCHIELLI et al. (2005), em dietas compostas por diferentes volumosos e que, dessa forma, possuam diferente arranjo da molécula de lignina, o comportamento dos indicadores internos FDNi e FDAi nas estimativas podem ser diferentes em função da dieta fornecida aos animais.

Apesar da superestimativa, o indicador externo Cr_2O_3 foi o indicador que mais se aproximou ao valor obtido com a coleta total de fezes e, caso a coleta total de fezes não fosse realizada durante o período experimental, o Cr_2O_3 seria o indicado para a estimativa do fluxo de digesta duodenal por apresentar os valores mais adequados.

Os indicadores internos foram considerados os menos indicados para estimar a recuperação de matéria seca fecal (395,1% e 315,1% para FDNi e FDAi, respectivamente) e diferiram significativamente ($P < 0,05$) entre si e do indicador externo Cr_2O_3 .

Possivelmente, a quantidade de coletas realizadas durante os períodos experimentais tenha influenciado a recuperação do indicador nas fezes, visto que foram realizadas coleta de omaso, duodeno e coleta de fezes na ampola retal, além da coleta total de fezes, durante o experimento.

3.2 Fluxo de digesta duodenal

O cálculo do fluxo de digesta duodenal foi estimado através dos valores obtidos com a coleta total de fezes.

Os dados referentes à estimativa de fluxo de digesta duodenal e digestibilidade ruminal estimada com os indicadores são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Médias de fluxo duodenal e digestibilidade ruminal da matéria seca estimadas com os indicadores Cr_2O_3 , FDNi e FDAi à partir da coleta total de fezes

	Cr_2O_3	FDNi	FDAi	CMS (kg/dia)
Fluxo duodenal de MS (kg/dia)	3,57 ^a	1,60 ^b	0,88 ^c	4,11
Digestibilidade ruminal da MS (%) ¹	10,7 ^a	61,3 ^b	78,6 ^c	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas linhas não diferem entre si, pelo Teste F ($P>0,05$), * não diferem estatisticamente entre si para esta variável ($P>0,05$)

¹ Digestibilidade obtida com as médias de fluxo duodenal estimadas com cada indicador

CMS= consumo de matéria seca, FDNi= fibra em detergente neutro indigestível, FDA= fibra em detergente ácido indigestível

Não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) para a idade de rebrota da forrageira e do período experimental e das interações na estimativa de fluxo de digesta duodenal. Os valores de fluxo de matéria seca duodenal diferiram, significativamente ($P<0,05$), em função do indicador utilizado.

Não há relato, na literatura, de valores de fluxo de digesta em bovinos recebendo dieta exclusiva de volumoso fresco. No intervalo proposto com as idades de corte desse experimento, o esperado seria o menor fluxo de nutrientes para a forrageira mais velha, visto que, com o aumento na proporção de fibra da dieta decorrente da maturidade da forrageira, há diminuição na taxa de passagem do alimento e, conseqüentemente, do fluxo de digesta. Entretanto, nesse experimento foi observado valor semelhante de fluxo de nutrientes duodenal para as idades de rebrota de 30 e 60 dias da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. A ausência de efeito significativo ($P>0,05$) para a digestibilidade ruminal das fibras nesse intervalo de rebrota provavelmente seja responsável pela semelhança do fluxo de nutrientes duodenal.

O Cr_2O_3 como indicador externo superestimou o fluxo de matéria seca duodenal. O indicador FDNi na estimativa do fluxo duodenal de matéria seca em bovinos

alimentados com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu apresentou valores biologicamente mais adequados considerado-se uma digestibilidade ruminal média da matéria seca em torno de 65% (VALADARES FILHO et al., 1990). O indicador FDAi não foi considerado adequado na estimativa do fluxo de matéria seca duodenal por estimar a digestibilidade ruminal da matéria seca em 78,6%, considerada alta para uma dieta exclusiva de forragem. LEÃO et al. (2004) relataram digestibilidade ruminal da matéria seca de 73,2% em animais alimentados com feno e mistura concentrada na proporção de 60:40%, respectivamente; assim como TIBO et al. (2000) relataram a digestibilidade ruminal da matéria seca em 73,2% em dietas contendo 37,5% de concentrado.

3.3 Digestibilidades ruminal e pós-ruminal

Como o indicador FDNi estimou de forma mais adequada o fluxo de digesta duodenal, o mesmo foi utilizado para o cálculo das digestibilidades ruminal e pós-ruminal dos nutrientes. Na Tabela 4 são apresentados os dados de digestibilidade ruminal e pós-ruminal da forrageira *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, estimadas por FDNi. Não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) para a idade de rebrota da forrageira, para o período experimental e interações na estimativa das digestibilidades ruminal e pós-ruminal.

Segundo TITGEMEYER (1997), valores de digestão ruminal e no trato total dependem da dieta consumida e do nível de ingestão e, em dietas basicamente constituídas de forragem, a digestão ruminal é quase igual à digestão no trato total. No experimento em questão foram observados, para a digestibilidade ruminal da matéria seca e da matéria orgânica, valores superiores, porém, próximos aos da digestibilidade aparente total no trato gastrintestinal.

Em ruminantes alimentados com forragens e subprodutos de boa qualidade, acima de 80% da digestão da fibra ocorre no rúmen. Os resultados observados na estimativa da digestibilidade ruminal neste experimento, demonstraram a digestibilidade ruminal da FDA e FDN entre 96,66 e 99,39%, respectivamente, evidenciando que as fibras foram quase totalmente digeridas no rúmen e, portanto, que a forrageira

Brachiaria brizantha cv. Marandu pode ser considerada uma forragem de boa qualidade.

Tabela 4. Médias das digestibilidades ruminal e pós-ruminal da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) estimadas pelo indicador FDNi em bovinos alimentados com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

	Coeficientes de digestibilidade dos nutrientes (%)			
	MS	MO	FDN	FDA
Digestibilidade Aparente Total	74,06	75,27	74,03	69,63
Digestibilidade Ruminal ¹	79,47	86,17	99,39	96,66
Digestibilidade Pós Ruminal ¹	20,53	12,98	0,61	3,34

¹ % do total digerível

4 Conclusões

Bovinos de corte consumindo *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em idades de rebrota de 30 ou 60 dias, durante o verão, apresentaram fluxo de matéria seca semelhantes.

Na estimativa do fluxo duodenal de nutrientes o indicador FDNi apresentou o resultado mais adequado, porém o mesmo não foi eficiente na estimativa de produção fecal dos animais.

O indicador Cr₂O₃ superestimou tanto o fluxo de duodenal quanto a produção fecal, porém, foi o que mais se aproximou a coleta total de fezes em bovinos alimentados com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, enquanto o indicador FDAi superestimou a produção fecal dos bovinos.

CAPÍTULO 4 – IMPLICAÇÕES

O resultado obtido na estimativa do fluxo duodenal de nutrientes, através do método de único indicador, apesar de ser biologicamente adequado poderia ter maior confiabilidade caso fosse empregado métodos mais acurados e já existentes como o de duplo e triplo indicadores. Os dois métodos citados, de duplo e triplo indicadores na estimativa de fluxo de nutrientes, estão sendo estudados e aprimorados por pesquisadores estrangeiros justamente por tentar recuperar, ou reconstituir, através do cálculo, a digesta duodenal verdadeira que se sabe não ser idêntica à coleta amostrada durante a coleta com a utilização da cânula do tipo T. No Brasil, entretanto, ainda não há pesquisa com esses métodos na estimativa de fluxo duodenal, que nos permitiria além de resultados mais acurados a padronização da metodologia da estimativa de fluxo duodenal de nutrientes, apesar de serem matematicamente mais complexos.

A quantidade de coletas realizadas durante os períodos experimentais visto que foram realizadas coleta de omaso, duodeno e coleta de fezes na ampola retal, além da coleta total de fezes, durante o experimento, teve efeito sob a recuperação do indicador nas fezes, associando erros a uma metodologia que já encontra problemas em sua utilização, a dos indicadores. Há, portanto, a necessidade de atenção quanto ao número de coletas além das necessárias para o parâmetro a ser estimado, durante os experimentos, visando não desmerecer a metodologia dos indicadores por possíveis problemas na recuperação e determinação dos mesmos nas amostras.

Os resultados obtidos no experimento, com as diferentes idades de rebrota da forrageira, não demonstram claramente a falta de influência do volumoso utilizado na dieta sobre os indicadores internos, ficando a hipótese que não o teor do indicador, mas o arranjo das fibras que compõem o volumoso é que poderiam influenciar a recuperação dos indicadores internos.

REFERÊNCIAS

AHVENJÄRVI, S.; VANHATALO, A.; SHINGFIELD, K.J.; HUHTANEN, P. Determination of digesta flow entering the omasal canal of dairy cows using different marker systems. **The British Journal of Nutrition**, v.90, n.1, p. 41-52, 2003.

ALVES de BRITO, C.J.F.; RODELLA, R.A.; DESCHAMPS, F.C. Perfil químico da parede celular e suas implicações na digestibilidade da *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p. 1835-1844, 2003.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington: Kenneth Helrich, 1990. 2v. 1990. 1298p.

ASTIGARRAGA, L. Técnicas para la medición del consumo de rumiantes en pastoreo. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 1997. p.1-23.

BERCHIELLI, T.T.; RODRIGUEZ, N.M.; OSÓRIO NETO, E.; ROCHA, S.S. Comparação de indicadores de fase sólida para medir fluxo de matéria seca e matéria orgânica no duodeno. **Arquivo Brasileiro de Veterinária e Zootecnia**, v.50, n.2, p. 147-152, 1998.

BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C.L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p. 830-833, 2000.

BERCHIELLI, T.T. **Uso de indicadores em estudos de ingestão, digestibilidade, composição da dieta, trânsito e fluxo digestivo**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2003, 264p. Tese de Livre Docência – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Universidade Estadual Paulista, 2003.

BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S.G.; CARRILHO, E.N.V.M.; FEITOSA, J.V.; LOPES, A.D. Comparação de marcadores para estimativas de produção fecal e fluxo de digesta em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p. 987-996, 2005.

CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análise de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135p.

CHANEY, A. L.; MARBACH, E. P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, v. 8, n.2, p.130-137, 1962.

CHURCH, D.C. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Simon & Schuster, 1988. 543p.

DESCHAMPS, F.C. Implicações do período de crescimento na composição química e digestão dos tecidos de cultivares de capim elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p. 1178-1189, 1999.

ELLIS, W.C.; LASCANO, C.; TEETER, R.; OWENS, F.N. Solute and particulate flow markers. In: Protein Requirements for Cattle: Symposium, 1980. OWENS, F.N. (Ed.). Oklahoma Agricultural. Exp. Station, Stillwater, 1980, p. 37-56.

FAICHNEY, G.J. The use of markers to partition digestion within the gastrointestinal tract. In: MacDONALD, I.W. e WARNER, A.A.I (Ed.), **Digestion and metabolism in the ruminant**. University of New England Publishing Unit, Armidale, 1975, p. 277-291.

FAICHNEY, G.J. The use of markers to measure digesta flow from the stomach of sheep fed once daily. **Journal of Agricultural Science**, v. 94, p. 313-318. 1980.

FAICHNEY, G.J. Digesta flow. In: FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Eds.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. England: Commonwealth Agricultural Bureaux, Cambridge University Press, 1993, p. 53-85.

FENTON, T.W.; FENTON, M. An improved procedure for the determination of chromic oxide in feed and feces. **Canadian Journal of Animal Science**, v.59, n. 3, p. 631-634. 1979.

FRANCE, J.; SIDDONS, R.C. Determination of digesta flow by continuous marker infusion. **Journal Theoretical Biology**, v.121, p. 105-119. 1986.

FRANCO, G.L.; ANDRADE, P.; BRUNO FILHO, J.R.; DIOGO, J.M.S. Parâmetros ruminais e desaparecimento da FDN da forragem em bovinos suplementados em

pastagem na estação das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p. 2340-2349, 2002.

FREGADOLLI, F.L.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A. F.; PRADO, I.N.; CALDAS NETO, S.F.; GUIMARÃES, K.C.; KASSIES, M.P.; DALPONTE, A.O. Efeito das fontes de amido e nitrogênio de diferentes degradabilidades ruminais. 2. pH, concentração de amônia ruminal e eficiência de síntese microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p. 870-879, 2001.

FREITAS, D.; BERCHIELLI, T.T.; SILVEIRA, R.N.; SOARES, J.P.G.; FERNANDES, J.J.R.; PIRES, A.P. Produção fecal e fluxo duodenal de matéria seca e matéria orgânica estimados por meio de indicadores. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p. 1521-1530, 2002.

GERDES, L.; WERNER, J.C.; COLOZZA, M.T.; POSSENTI, R.A.; SCHAMMASS, E.A. Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p. 955-963, 2000.

HUHTANEN, P.; KAUSTELL, K.; JAAKKOLA, S. The use of internal markers to predict total digestibility and duodenal flow of nutrients in the cattle given six different diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.48, n.1, p. 211-227, 1994.

IMAIZUMI, H. **Avaliação de diferentes fontes e teores de proteína degradável no rúmen sobre o desempenho e parâmetros ruminais e sangüíneos de vacas holandesas em final de lactação**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2000, 69p. Dissertação (Mestrado)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2000.

ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F.; VALADARES, R.F.D.; PAULINO, M.F.; ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAES, E.H.B.K. Comparação de indicadores e

metodologia de coleta para estimativas de produção fecal e fluxo de digesta em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p. 1833-1839, 2002.

KOTB, A.R.; LUCKEY, T.D. Markers in nutrition. **Nutrition Abstract Review**, v.42, p. 813-845, 1972.

KRISHNAMOORTHY, U.; MUSCATO, T.V.; SNIFFEN, C.J.; VAN SOEST, P.J. Nitrogen fraction in selected feedstuffs. **Journal of Dairy Science**, v.65, n.2, p. 217, 1982.

LADEIRA, M.M.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; Borges, I.; Benedetti, E.; Teixeira, E.A.; Lara, L.B. Consumos e digestibilidades aparentes total e parciais do feno de *Stylosanthes guianensis*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.2, p. 1-7, 2001.

LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; RENNÓ, L.N.; GONÇALVES, L.C.; CECON, P.R.; AZEVEDO, J.A.G.; VALADARES, R.F.D. Consumos e digestibilidades totais e parciais de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo em novilhos submetidos a três níveis de ingestão e duas metodologias de coleta de digestas abomasal e omasal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p. 1604-1615, 2004.

LENG, R.A. Factors affecting the utilization of "poor-quality" forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Review**, v.3, n.1, p. 277-303, 1990.

LEVENTINI, M.W.; HUNT, C.H.; ROFFLER, R.E.; CASEBOLT, D.G. Effect of dietary level of barley-based supplements and ruminal buffer on digestion and growth by beef cattle. [Journal of Animal Science](#), v. 68, n.12, p. 4334-4344, 1990.

LICITRA, G.; HERNÁNDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p. 347-358, 1996.

LIPPKE, H. ELLIS, W.C.; JACOBS, B.F. Recovery of indigestible fiber from feces of sheep and cattle on forage diets. **Journal Animal Science**, v.69, n.2, p. 403-413, 1986.

MARAIS, J.P. Use of markers. In: D'MELLO, J.P.F. (Ed.) **Farm animal metabolism and nutrition: critical reviews**. Wallingford: CAB International, 2000. p. 255-277.

MERCHEN, N.R. Digestion, absorption and excretion in ruminants In: CHURCH, D.C. (Ed.) **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. 4.ed. Carvallis: O&B Books. 1993. p. 172-201.

MERTENS, D. R. Rate and extent of digestion. In: FORBES, J.M., FRANCE, J. (Ed.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Cambridge: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1993. p. 13-51.

MILFORD, R., MINSON, D.J. Intake of tropical pasture species. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGEM, 9, 1966, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Secretaria de Agricultura, 1966. p. 815-822.

MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. New York: Academic Press, Inc.,1990. 483p

MORAIS, J.A.S.; OLIVEIRA, S.G.; TORO-VELÁSQUEZ, P.A.; RIVERA-RIVERA, A.; BERCHIELLI, T.T. Avaliação de metodologias na determinação de indicadores internos para estimar o fluxo da digesta duodenal e a produção fecal em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005.

MOORE, J.E., MOTT, G.O. Structural inhibitors of quality in tropical grasses. In: MATCHES, A.G. (Ed.) **Anti quality components of forages**. Madison: CSSA, Special publication, n. 4, p. 53-98. 1973.

OLIVEIRA Jr., R.C. **Substituição do farelo de soja por uréia ou amiréia em dietas de bovinos de corte: I. Digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio, parâmetros ruminais e sanguíneos; II. Desempenho e III. Avaliação de indicadores**

de digestibilidade. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002, 198p. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1998.

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.

OWENS, F.N.; ZINN, R. Metabolismo de la proteína en los rumiantes. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **El rumiante: fisiologia digestiva e nutrición**. Zaragoza: Acribia. 3.ed. 1988. p. 255-281.

PEREIRA, J.C.; GARCIA, J.A.; SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. Estudo da digestão em bovinos fistulados, alimentados com rações tratadas com formaldeídos e contendo óleo. I. Influência dos períodos de coleta na estimativa de fluxo e da excreção da matéria seca. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.12, n.3, p. 399-428, 1983.

PIAGGIO, L.M.; PRATES, E.R.; PIRES, F.F. Avaliação das cinzas insolúveis em ácido, fibra em detergente ácido indigestível e lignina em detergente ácido indigestível como indicadores internos da digestibilidade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.3, p. 306-312, 1991.

RABELO, M.M.A. **Efeitos de fontes de níveis de fibra íntegra, em dietas contendo bagaço de cana-de-açúcar tratado sob pressão e vapor, sobre a digestibilidade, desempenho e comportamento ingestivo de bovinos de corte.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002, 61p. Dissertação (Mestrado)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2002.

REIS, R.A.; MELO, G.M.P.; BERTIPAGLIA, L.M.A.; OLIVEIRA, A.P. Otimização da utilização da forragem disponível através da suplementação estratégica. In: REIS, R. A. et al. (Ed.) **Volumosos na produção de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2005. p. 187-238.

RIBEIRO, C.V.M. **Efeitos da substituição do grão de milho pelo milheto (*Pennisetum americanum*) na dieta de vacas em lactação**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999, 67p. Dissertação (Mestrado)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1999.

RODRÍGUEZ, N.M.; SALIBA, E.O.S.; GUIMARÃES JR, R. Uso de indicadores para estimativa de consumo a pasto e digestibilidade. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa - PB. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006, p. 263-288.

RUSSEL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G.; VAN SOEST, P.J.; SNIFFEN, C.J. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets. I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p. 3551-3561, 1992.

SALIBA, E.O.S. **Caracterização química e microscópica das ligninas dos resíduos agrícolas de milho e de soja expostas à degradação ruminal e seu efeito sobre a digestibilidade dos carboidratos estruturais**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1998. 251p. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Minas Gerais, 1998.

SALIBA, E.O.S. Uso de indicadores: passado, presente e futuro. In: TELECONFERÊNCIA SOBRE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 2005, Belo Horizonte – MG: Escola de Veterinária da UFMG, 2005. p. 04-22.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**. 5.ed. Cary, 1990. v.1, 956p.

SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v.32, n.2, p. 199-208, 1974.

SIDDONS, R.C.; PARADINE, J.; BEEVER, D.E.; CORNELL, P.R. Ytterbium acetate as a particulate-phase digesta - Flow Marker. **British Journal of Nutrition**. v.54, n.2, p. 509-519, 1985.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235p.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p. 3562-3577, 1992.

SOARES, J.P.G. **Fatores limitantes do consumo de capim-elefante cv. Napier utilizando vacas leiteiras confinadas**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2002, 110p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Universidade Estadual Paulista, 2002.

TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; COELHO da SILVA, J.F.; CECON, P.R.; LEÃO, M.I.; SILVA, R.B. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore 1. Consumo e digestibilidades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.910-919, 2000.

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

ÚDEN, P.; COLUCCI, P.E.; VAN SOEST, P.J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as marker in digesta. Rate of passage studies. **Journal of Science Food and Agricultural**, v.31, n.7, p. 635-632, 1980.

VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I.; VALADARES, R.F.D.; CASTRO, A.C.G. Digestão total e parcial da matéria seca, matéria orgânica e carboidratos em novilhos holandeses, nelores e búfalos mestiços. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.5, p. 416-423, 1990.

VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; DETMANN, E.; PAUKINO, M.F.; VALADARES, R.F.D.; MORAES, K.A.K.; MARCONDES, M.I. Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa - PB. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006, p. 263-288.

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

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

WARNER, A.C. I. Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. **Nutrition Abstracts and Reviews**, Series B, v.51, p. 789-820, 1981.

WESTON, R.H. **nutritional limits to animal production from pastures**. In: Hacker, J. B. (Ed.). *Farmhand Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux*, 1982. p. 183-198.

WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; ILSMAA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, n.1, p. 381-385, 1962.

ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; DIAN, P.H.M.; GERON, L.J.V.; CALDAS NETO, S.F.; MAEDA, E.M.; PERON, P.D.P.; MARQUES, J.A.; FALCÃO, A.J.S. Recuperação fecal

de indicadores internos avaliados em ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p. 1865-1874, 2002.

ZEOULA, L.M.; KASSIES, M.P.; FREGADOLLI, F.L.; PRADO, I.N.; BRANCO, A.F.; CALDAS NETO, S.F.; PONTE, A.O.D. Uso de indicadores na determinação da digestibilidade parcial e total em bovinos. **Acta Scientiarum**, v.22, n.3, p. 771-777, 2000.