

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**TESE**

**Consumo de Pasto, Produção e Composição do Leite de Vacas  
em Pastagem de Capim-Marandu Manejado sob Lotação  
Intermitente**

**Afranio Silva Madeiro**

**2014**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**CONSUMO DE PASTO, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE  
VACAS EM PASTAGEM DE CAPIM-MARANDU MANEJADO SOB  
LOTAÇÃO INTERMITENTE**

**Afranio Silva Madeiro**

*Sob a Orientação do Professor*

**Mirton José Frota Morenz**

*e coorientações dos Pesquisadores*

**Domingos Sávio Campos Paciullo**

**Carlos Augusto de Miranda Gomide**

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Nutrição e Produção de Ruminantes.

Seropédica, RJ  
Fevereiro de 2014

633.202

M181c

T

Madeiro, Afranio Silva, 1982-

Consumo de pasto, produção e composição do leite de vacas em pastagem de capim-marandu manejado sob lotação intermitente / Afrânio Silva Madeiro. - 2014.

62 f.: il.

Orientador: Mirton José Frota Morenz.

Tese (doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, 2014.

Inclui bibliografia.

1. Pastagens - Manejo - Teses. 2. Capim-braquiaria - Teses. 3. Plantas forrageiras - Qualidade - Teses. 4. Bovino de leite - Alimentação e rações - Teses. 5. Leite - Produção - Teses. I. Morenz, Mirton José Frota, 1971-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**AFRANIO SILVA MADEIRO**

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Nutrição e Produção de Ruminantes.

**TESE APROVADA EM** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

---

Prof. João Carlos de Carvalho Almeida  
UFRRJ

---

Dr. Fernando César Ferraz Lopes  
Embrapa Gado de Leite

---

Prof. João Batista Rodrigues de Abreu  
UFRRJ

---

Dr. Thierry Ribeiro Tomich  
Embrapa Gado de Leite

---

Dr. Mirton José Frota Morenz  
(Orientador)

## DEDICATÓRIA

À Deus.

À minha filha Ana Luísa Biazon França Madeiro, luz da minha vida, que me mostrou o novo sentido da vida para o amor.

À minha amada companheira de todas as horas Almira Biazon França, fonte de amor, compreensão, paciência, dedicação, e por se mostrar tão forte diante as adversidades da vida.

À minha mãe Elza Luiz Neto pelo constante incentivo, pelos esforços dedicados à minha educação e formação cristã, pelo amor, pelas preces e pelas lições de vida.

Aos meus irmãos Alan e Albano pelas palavras de apoio e carinho, pela amizade, pelo amor e união.

Ao meu sobrinho Alan Victor.

Aos meus avós José Luiz Neto (*in memoriam*) e Ambrosea Cavalcante Neto, pelo exemplo de vida.

À minha tia Isabel Luiz Neto.

## AGRADECIMENTOS

À Deus que é força que me faz caminhar seguro e o grande responsável pela minha existência.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realizar este curso.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos durante o curso de Doutorado.

À Embrapa Gado de Leite, pela oportunidade de realização do experimento e pela cessão de recursos físicos, financeiros e mão de obra.

Ao grande amigo, professor e orientador Dr. Mirton José Fronta Morenz pela orientação, ensinamentos, dedicação, sua paciência e ajuda durante todo o curso.

Ao Pesquisador Dr. Domingos Sávio Campos Paciullo pela co-orientação, pela dedicação e pelos ensinamentos transmitidos, por suas palavras sempre bem colocadas nos momentos oportunos e por sua amizade.

Ao Pesquisador Dr. Carlos Augusto de Miranda Gomide pela co-orientação, amizade e oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Pesquisador Dr. Fernando César Ferraz Lopes pela dedicação e pelos ensinamentos, pelas grandiosas sugestões para elaboração desse trabalho e pela amizade.

Aos colegas, Albert Anjos (UFVJM), Bárbara Silva (UFMG), Alexandre Lopes (UFV), Juliana Pereira (UFLA), pelas importantes contribuições na realização deste trabalho, pela convivência e aprendizado.

Ao Prof. Dr. Carlos Luiz Massard pelos ensinamentos, incentivos para continuar na vida acadêmica e pela oportunidade na iniciação científica.

À todos que, direta ou indiretamente, auxiliaram na realização deste trabalho

## **BIOGRAFIA**

Afranio Silva Madeiro nascido em 28 de janeiro de 1982, na cidade de Arapiraca – AL, cursou de 1998 a 2000 o curso de Técnico Agrícola com Habilitação em Agropecuária na Escola Agrotécnica Federal de Satuba - AL. Em 2001, ingressou no Pós-Técnico em Zootecnia pela Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa - ES, com conclusão em 2001. Em 2003, ingressou no curso de Zootecnia e assim concluindo em dezembro de 2007 pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) em Seropédica; quando acadêmico, fez estágios na área de produção animal; participou de projetos, foi bolsista de Iniciação Científica - PIBIC/CNPq, durante 31 meses. No primeiro semestre de 2008 ingressou no Mestrado do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da UFRRJ com bolsa da CAPES e desenvolveu pesquisa na área de nutrição de ruminantes, submetendo-se à defesa de dissertação em 19 de fevereiro de 2010.

## RESUMO

MADEIRO, Afranio Silva. **Consumo de pasto, produção e composição do leite de vacas em pastagem de capim-marandu manejado sob lotação intermitente**. 2014. 62p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

O experimento foi realizado no período de outubro de 2011 a maio de 2012, no Campo Experimental José Henrique Bruschi (CEJHB), pertencente à Embrapa Gado de Leite, objetivando-se avaliar dois critérios de manejo para o pastejo intermitente em capim-marandu; sendo um com intervalo de pastejo fixo e outro com intervalo de pastejo variável, conforme a interceptação de 95% da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA 95); e suas influências sobre a estimativa do valor nutritivo, o consumo voluntário de forragem por vacas leiteiras, a produção de leite por animal, a produção de leite por área, a taxa de lotação. Também foram avaliados os indicadores externos dióxido de titânio e LIPE<sup>®</sup> 3 e 6 dias na estimativa do consumo de matéria seca sob condição de pastejo. Em ambos os tratamentos, o período de ocupação foi de três dias. Para avaliação do pasto, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com duas repetições de área e três repetições dentro de bloco e, para a avaliação do consumo, produção de leite e dos indicadores, as unidades experimentais utilizadas foram dezesseis vacas Holandês x Zebu recém-paridas, sendo oito por tratamento, as quais foram blocadas em função da produção de leite, dias em lactação, número de lactações, peso corporal e grupo genético. Com relação a avaliação dos indicadores as vacas foram distribuídas num delineamento de blocos ao acaso, com três tratamento e duas repetições. As variáveis analisadas foram os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), consumo voluntário de forragem, a produção de leite por animal e a produção de leite por área, taxa de lotação, composição do leite, produção fecal e consumo de matéria seca total. Em relação ao valor nutritivo do capim-marandu em resposta a duas estratégias de desfolhação foi observado efeito ( $P < 0,05$ ) dos intervalos de pastejo sobre os teores de PB, FDN, FDA e DIVMS. O consumo voluntário de forragem por vaca, produção de leite por área e a taxa de lotação foram influenciados ( $P < 0,05$ ) pelos intervalos de pastejo. O intervalo de pastejo variável (IPV) proporcionou maior teor de PB, o que provavelmente, deve-se as elevadas porcentagens de lâmina foliar e baixas porcentagens de colmo, o que é de grande relevância, pois o manejo do pastejo realizado quando 95% da luz incidente são interceptados pelo dossel permitiu criar ambiente no pasto que favorece o componente morfológico de alto valor nutritivo. Foi observado menor teor de FDN no IPV, o que significa que ocorreu menor acúmulo desse constituinte na parede celular, levando a supor que ocorreu espessamento da parede celular no intervalo de pastejo de fixo (IPF), visto que o intervalo de pastejo foi maior no tratamento com IPF em detrimento do IPV. A maior produção de leite por área observada para o IPV pode ser atribuída ao menor intervalo médio de pastejo obtido para o IPV (22,8 dias) em comparação ao IPF (30 dias). Não foi observada diferença ( $P > 0,05$ ) nas estimativas da produção fecal (kg/dia de matéria seca) e do consumo de matéria seca por meio dos indicadores externos dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) e LIPE<sup>®</sup> 3 dias e 6 dias. Em sistemas de lotação rotacionada com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu o intervalo de pastejo com base na interceptação de 95% da radiação fotossinteticamente ativa permite a reutilização em menor tempo da área da pastagem, fato que favorece o componente morfológico de alto valor nutritivo e proporciona maior taxa de lotação e produção de leite por área.

**Palavras-chave:** *Brachiaria*. Consumo. Indicador externo. Período de descanso.



## ABSTRACT

MADEIRO, Afranio Silva. **Intake of pasture, milk production and composition of cows in pasture of marandugrass managed under intermittent stocking.** 2014. 62p. Thesis (Doctor Science in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

This work was conducted from October 2011 to May 2012 at the Experimental Field José Henrique Bruschi (CEJHB), Embrapa Dairy Cattle, aiming to evaluate two management criteria for intermittent grazing in Marandu grass; being with fixed grazing interval and another interval variable grazing, as the interception of 95 % of photosynthetically active radiation (IRFA 95), and their influence on the estimation of nutritive value, voluntary forage intake by dairy cows, production of milk per animal, milk production per area and the stocking rate. The external indicators titanium dioxide and LIPE<sup>®</sup> 3 and 6 days in the estimation of intake of dry matter under pasture conditions were also evaluated. In both treatments, the occupation period was three days. To review the pasture, the experimental design was randomized blocks with two plots and three replicates in block and to assess consumption, milk production and indicators, the experimental units were used sixteen Holstein x Zebu cows who recently calved, eight per treatment, which were allocated according to milk production, days in milk, lactation number, body weight and genetic group. Regarding the assessment of indicators cows were distributed in a randomized complete block design with three treatment and two replicates. The variables analyzed were the dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), *in vitro* digestibility of dry matter (IVDDM), voluntary forage intake, milk production per animal and milk production per area, stocking rate, milk composition, fecal output and total dry matter intake. Regarding the nutritional value of Marandu grass two strategies in response to defoliation effect ( $P < 0.05$ ) of grazing interval on the contents of CP, NDF, ADF and IVDDM was observed. The voluntary forage intake per cow, milk production per area and stocking rate were influenced ( $P < 0.05$ ) by grazing intervals. The range of variable grazing (VG) increased the content of crude protein, which probably should be the high level of leaf blade and low percentages of stem, which is of great importance, since grazing management conducted when 95% of incident light is intercepted by the canopy helped to create in the pasture environment that favors the morphological component of high nutritional value. Lower NDF content in the VG, which means that this was the lowest accumulated in the cell wall constituent, it was assumed that cell wall thickening occurred in the range of fixed grazing (FG), since the range of grazing was observed was larger in FG treatment at the expense of VG. The higher milk production by observed for the VG area can be attributed to the lower average range grazing obtained for VG (22.8 days) compared with FG (30 days). No difference ( $P > 0.05$ ) was observed in estimates of fecal output (kg/day of dry matter) and dry matter intake by means of titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>) and LIPE<sup>®</sup> 3 and 6 days external indicators. Under rotational stocking with *Brachiaria brizantha* cv. Marandu the range of grazing based on intercepting 95% of photosynthetically active radiation allows reuse in less time grazing area, a fact that favors the morphological component of high nutritional value and provides greater stocking rate and milk production per area.

**Key words:** *Brachiaria*. External marker. Intake. Rest period.

## INDICE DE TABELAS

### CAPÍTULO I

<b>Tabela 1.</b>	Composição nutricional do suplemento concentrado no período experimental.....	23
<b>Tabela 2.</b>	Intervalos de pastejo (dias) e interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA) em resposta a duas estratégias de desfolhação.....	24
<b>Tabela 3.</b>	Valor nutritivo do capim-marandu em resposta a duas estratégias de desfolhação.....	25
<b>Tabela 4.</b>	Consumo de nutrientes por vacas em resposta a duas estratégias de desfolhação.....	26
<b>Tabela 5.</b>	Produção de leite por UA, produção de leite por área, taxa de lotação e composição do leite em resposta a duas estratégias de desfolhação.....	28

### CAPÍTULO II

<b>Tabela 1.</b>	Valor nutritivo do capim-marandu em resposta a duas estratégias de desfolhação.....	42
<b>Tabela 2.</b>	Composição nutricional do suplemento concentrado no período experimental.....	42
<b>Tabela 3.</b>	Produção fecal e consumo de matéria seca obtidos por meio dos indicadores externos dióxido de titânio, LIPE® 6 dias e LIPE® 3 dias.....	44
<b>Tabela 4.</b>	Desvio padrão e coeficientes de variação para as médias da produção fecal e consumo de matéria seca total, estimados pelos indicadores dióxido de titânio, LIPE® 3 dias e LIPE® 6 dias...	44

## INDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

<b>Figura 1.</b>	Variáveis climáticas observadas durante o período experimental.....	20
------------------	---	----

### CAPÍTULO II

<b>Figura 1.</b>	Variáveis climáticas observadas durante o período experimental.....	41
------------------	---	----

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	2
1 A <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu na alimentação animal.....	2
2 Indicadores.....	6
2.1 Dióxido de titânio.....	7
2.2 Lignina Purificada e Enriquecida (LIPE®).....	8
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	10
<b>CAPÍTULO I - QUALIDADE DA FORRAGEM, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS HOLANDÊS X GIR EM PASTAGEM DE CAPIM-MARANDU SUBMETIDA A PERÍODO DE DESCANSO VARIÁVEL OU FIXO</b> .....	16
<b>RESUMO</b> .....	17
<b>ABSTRACT</b> .....	18
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	19
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	20
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	24
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	31
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	32
<b>CAPÍTULO II – INDICADORES EXTERNOS NA ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO FECAL E CONSUMO DE MATÉRIA SECA POR VACAS MISTIÇAS MANEJADAS EM PASTOS DE CAPIM-MARANDU</b> .....	36
<b>RESUMO</b> .....	37
<b>ABSTRACT</b> .....	38
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	39
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	41
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	44
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	47
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	48
<b>CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	50

## INTRODUÇÃO GERAL

O aumento da pressão ambiental contra a abertura de novas fronteiras agrícolas e a atual expansão da cultura da cana-de-açúcar, promovida pelo crescimento do programa de agroenergia, tem reflexos diretos sobre as áreas de pastagem no Brasil, seja pela competição direta entre as atividades, seja pela valorização da terra que gera um aumento no custo de oportunidade.

Neste contexto, destacam-se os sistemas intensivos de produção, os quais têm apresentado maior rentabilidade em relação àqueles mais extensivos, desde que conduzidos de forma eficiente. Contudo, o sucesso do sistema intensivo de produção requer o manejo adequado do pasto, haja vista que a exploração do potencial forrageiro da propriedade é uma forma de reduzir custos e, conseqüentemente, diminuir a vulnerabilidade da atividade.

O método de pastejo de lotação rotacionada permite, na prática, controle mais eficiente das condições do pasto, visando favorecer tanto o acúmulo de forragem quanto a eficiência de colheita dos animais em pastejo. Para isto é preciso conhecer as repostas morfofisiológicas das espécies forrageiras em função das variações no manejo.

Sob pastejo de lotação rotacionada, o período de descanso interfere no acúmulo de forragem, na estrutura do pasto e no seu valor nutritivo e, para um dado período de ocupação, define o número de piquetes a serem utilizados. Neste sentido, a estratégia de intensificação do uso de pastagens, por meio de práticas de manejo, pode encurtar o período necessário para recuperação dos piquetes, reduzindo o número de piquetes utilizados e liberando áreas para cultivos alternativos durante o período de safra, permitindo também estocar alimentos para a seca. Além disso, em situações em que o tamanho da propriedade limita o potencial de produção de alimentos na fazenda, esta pode ser alternativa para reduzir a necessidade de compra de alimentos.

Destaca-se também que o resíduo pós-pastejo, o qual é influenciado pelo período de ocupação e pela taxa de lotação, exerce grande efeito sobre a recuperação da forrageira e, conseqüentemente, sobre o acúmulo de biomassa para o pastejo seguinte, no que diz respeito à quantidade, qualidade e estrutura do pasto. A importância destes aspectos é ainda mais evidente em gramíneas de crescimento cespitoso como capim-elefante, as várias cultivares de *Panicum maximum* e a cultivar Marandu de *Brachiaria brizantha*.

Recentemente estudos têm buscado determinar a melhor associação entre período de descanso e resíduo pós-pastejo dos piquetes sob lotação rotacionada, sobretudo em pastagens de gramíneas tropicais. O objetivo é obter a máxima produção de folhas, aumentar a eficiência de uso da forragem e reduzir o alongamento dos colmos e o acúmulo de material senescente.

Um critério para definir a duração do período de descanso e que tem mostrado grande relação com a produção é a condição em que o dossel forrageiro atinge 95% de interceptação da radiação incidente. Obviamente o tempo necessário, após o pastejo, para alcançar este critério varia em função dos fatores de crescimento experimentados pela planta e da condição do estande vegetal (densidade de plantas).

Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar dois critérios de manejo para o pastejo do capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob lotação rotacionada, sendo um intervalo de pastejo fixo de trinta dias e outro com intervalo de pastejo variável, conforme a interceptação de 95% da radiação fotossinteticamente ativa, e suas influências sobre o valor nutritivo do pasto, o consumo voluntário de forragem por vacas leiteiras, bem como as produções de leite por animal e por área. Também foram comparados os indicadores externos dióxido de titânio e LIPE<sup>®</sup> na estimativa da produção fecal dos animais em pastejo.

## REVISÃO DE LITERATURA

### 1 A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu na alimentação animal

A pecuária brasileira é hoje uma das mais competitivas e tem experimentado nos últimos anos crescimento nunca antes visto, incrementando o comércio exterior por intermédio não só da carne bovina, mas também de produtos lácteos, couro etc. Este cenário favorável foi construído, entre outros fatores, em sistemas de produção baseados em pastagens, permitindo redução dos custos e geração de produtos de boa qualidade.

Em sistemas de produção a pasto, é fundamental a compreensão e entendimento das respostas morfofisiológicas das plantas e dos animais às condições de meio e de manejo, para que se possa produzir de forma eficiente (DA SILVA, 2004). Tal recomendação se torna mais importante à medida que se intensifica a utilização do pasto. Neste sentido, estudos recentes têm buscado não apenas quantificar as produções encontradas em resposta aos vários fatores como espécie forrageira, adubação, irrigação etc., mas também entender os mecanismos envolvidos na produção sob cada situação, e assim obter a máxima eficiência do sistema, conciliando as características da planta e do animal.

Nos últimos 32 anos, no Brasil, a área de pastagens aumentou 17% e a produção de carne 114%. O mérito deve-se à adoção de tecnologias pelos pecuaristas como vacinação, mineralização, estratégias de manejo do pasto e, principalmente, ao uso de gramíneas forrageiras mais adaptadas e produtivas, resultantes de lançamentos por instituições de pesquisa do País (MACHADO et al., 2010).

De acordo com estes autores, a escolha da forrageira para implantação do pasto é uma decisão difícil, mas extremamente importante para o sucesso da atividade pecuária. De acordo com o IBGE (2013), o Brasil possui 158 milhões de hectares de pastagens, dos quais 101 milhões são áreas cultivadas e 57 milhões naturais. Do total da área de pastagens cultivadas, a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu ocupa a maior parte. Essa cultivar é responsável por, aproximadamente, 70% do volume total de sementes comercializadas, sendo que em alguns estados da região Norte, compõe 80% da área de pastagens e, em todo o país, é responsável por 50% da área de pastagens cultivadas (MACEDO, 2006).

No Brasil, a criação de bovinos em pastejo é caracterizada pelo sistema extensivo de produção, ao qual está associada a diminuição da produtividade animal por área. 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 do pasto antes deste ser novamente utilizado 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.

Nas forrageiras tropicais o valor nutricional diminui com a maturidade, mas à 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 do pasto é reduzido significativamente, com alterações na composição bromatológica e na digestibilidade dos nutrientes.

O espessamento da parede celular e o aumento da área ocupada pelo tecido vascular lignificado influenciam negativamente na digestibilidade. Alves et al. (2003) relataram 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.

No Brasil, prevalecem as gramíneas do tipo C4, forrageiras que têm como características principais a alta eficiência fotossintética e a acelerada velocidade de crescimento. Essas características, juntamente com os efeitos climáticos e o manejo inadequado da pastagem, são os principais responsáveis pela rápida perda do valor nutritivo das forrageiras tropicais (LOPES, 2008). Herling et al. (2005) mencionaram que desequilíbrios que venham ocorrer nas técnicas de manejo adotadas no sistema de produção, podem trazer consequências na produção e/ou no valor nutritivo da forragem, influenciando a composição química da planta e sua digestibilidade.

Dessa forma, tem sido encontrada diminuição no valor nutritivo em forrageiras com menor relação folha:colmo, sendo isso decorrente do maior teor de fibra encontrado em gramíneas em estágio avançado de alongamento de colmo (GOMIDE, 1994). Apesar de pequenas, diferenças na composição química e na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foram encontradas por Deresz (2001) em pastos de capim-elefante manejados em pastejo rotacionado com períodos de descanso de 30, 36 e 45 dias. Nessa situação, os pastos manejados com período de descanso de 30 dias apresentaram melhores características nutricionais quando comparados com aqueles manejados com período de descanso de 36 e 45 dias. No entanto, Lopes et al. (2004) avaliaram a DIVMS do capim-elefante sob lotação rotacionada com períodos de descanso de 30, 36 e 45 dias, sem suplementação concentrada, e não observaram diferença na digestibilidade obtida para os três períodos de descanso.

Sarmento (2007) não encontrou variação no teor de proteína bruta (PB) em pastos de capim-marandu manejados de acordo com a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA) de 95 e 100%, e resíduo pós-pastejo com 10 cm e 15 cm de altura. Porém, maior teor de fibra em detergente ácido (FDA) foi encontrado nos pastos manejados de acordo com a IRFA de 100% que, provavelmente, é resultado da maior proporção de colmos, quando comparados àqueles manejados de acordo com 95% de IRFA.

Redução nos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e FDA foram reportados por Voltolini et al. (2010) em pastagens de capim-elefante manejadas de acordo com 95% IRFA, quando comparadas àquelas manejadas com intervalo de pastejo fixo de 26 dias. Segundo os autores, os menores teores de FDN e FDA encontrados na pastagem manejada sob o critério de IRFA de 95%, podem favorecer o consumo e a digestibilidade da forragem e, por conseguinte, melhorar o desempenho produtivo de animais.

Deresz (2001) estudou o efeito de três períodos de descanso (30, 36 e 45 dias) sobre a produção de leite de vacas Holandês x Zebu, encontrando produções de leite corrigidas para 4,0% de gordura de 11,4 kg/vaca/dia; 10,6 kg/vaca/dia e 10,3 kg/vaca/dia, respectivamente. Embora não tenha havido diferença significativa na produção de leite entre os tratamentos, é importante lembrar que, com a adoção do menor período de descanso, pode-se reduzir a área necessária para a implantação dos piquetes.

Para o capim-marandu, Fukumoto et al. (2010) reportaram produção média de 8,7 kg/vaca/dia de leite, quando foi adotado o manejo com período de ocupação dos piquetes de três dias e intervalo descanso do pasto de trinta dias. Nessa situação, a baixa produção de leite por animal pode ser compensada pela alta produção por hectare.

A produção animal em pastagens tropicais pode ser incrementada com práticas de manejo que aumentem a eficiência de utilização do pasto (DIFANTE, 2005; DERESZ et al., 2006). Segundo Hodgson & Da Silva (2002), deve-se buscar uma estratégia de manejo, cujo objetivo seja a manutenção do pasto em condições de estrutura do dossel tidas como ideal para determinado sistema de produção, visando a maximização da produção e da eficiência de colheita de forragem.

Essas informações, juntamente com a evidência dos efeitos da estrutura do dossel sobre o consumo de forragem e desempenho animal levam ao desenvolvimento de estratégias de manejo baseadas nas condições do pasto (CARVALHO et al., 2007).

Conquanto a altura da vegetação seja sua característica estrutural mais determinante do comportamento ingestivo em pastagens temperadas (HODGSON, 1985; PENNING et al., 1991), a densidade de folhas (kg/ha/cm), determinada pela população de perfilhos e sua relação folha:colmo, é o principal fator do comportamento ingestivo em pastagens tropicais (STOBBS, 1973; MOTT, 1983). A importância dos aspectos estruturais e nutricionais do pasto sobre o consumo de animais em pastejo foi discutida por Carvalho et al. (2007). Os autores consideraram que a presença de colmos propicia, na maioria das vezes, efeitos negativos sobre o aproveitamento e a qualidade da forragem produzida.

A baixa digestibilidade da forragem e as características estruturais desfavoráveis do pasto, como estreita relação folha:colmo, e altas proporções de colmos e material morto, comprometeram o pastejo seletivo e, conseqüentemente, o ganho de peso diário de novilhos em pastagem de grama-bermuda (BURNS et al., 1991). Para Sollenberger & Burns (2001), em gramíneas tropicais C4, as características mais relevantes para o comportamento ingestivo dos animais em pastejo são a biomassa de forragem verde ou de folhas verdes, e a proporção de folhas do estrato superior do dossel. Semelhantemente, o consumo voluntário de forragem por novilhos em pastagem de capim-colonião, capim-tanzânia e capim-tobiatã apresentou correlações negativas com: porcentagem de material morto e teor de FDN, e correlações positivas com matéria seca verde total e de folhas, porcentagem de folhas e relação matéria verde/material morto (EUCLIDES et al., 1999).

Carvalho et al. (2001) relataram que a estrutura do pasto tem efeito preponderante na modulação do consumo em pastejo. Da Silva & Nascimento Júnior (2007) ponderaram que, quando bem manejadas, é possível conciliar o elevado potencial produtivo das gramíneas tropicais, com condições estruturais e de valor nutritivo compatíveis com alto desempenho animal.

A preocupação com o alongamento do colmo tem sido observada nos trabalhos desenvolvidos, principalmente, em gramíneas cespitosas tropicais (CANDIDO et al., 2005a,b,c; CARNEVALLI et al., 2006; BARBOSA et al., 2007; GOMIDE et al., 2007). A importância deste componente do fluxo de biomassa é evidente no trabalho de Spain & Santiago (1973), no qual a curva de acúmulo total de forragem em capim-elefante acompanha o acúmulo de folhas no início da fase de rebrota, mas, posteriormente, torna-se dependente do colmo para incrementar o crescimento. Contudo, seu prejuízo à estrutura da vegetação reduz a eficiência de pastejo (CARNEVALLI et al., 2006; BARBOSA et al., 2007; GOMIDE et al., 2007) e o desempenho animal (SILVA et al., 1994b; ALMEIDA et al., 2000; CANDIDO et al., 2005a).

A relevância da relação folha:colmo varia conforme a espécie forrageira, sendo menor em espécies de colmo tenro, menos lignificado. Assim se entende a melhor correlação dos ganhos diários com a biomassa de matéria verde seca total do que com a de matéria seca de folhas verdes, em pastagens de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha* (EUCLIDES et al., 1993).

Em gramíneas cespitosas, elevada oferta de forragem, comprometendo a digestibilidade de matéria seca e a estrutura do dossel (SILVA et al., 1994a), intensifica o pastejo seletivo do animal e, portanto, resulta em menor eficiência de utilização da forragem (ALMEIDA et al., 2000; MOOJEN & MARASCHIN, 2002; SILVA et al., 1994b). Ofertas altas de forragem seca de folhas (maior que 10% do peso corporal) em pastagem de capim-elefante não cv. Mott resultaram em: estreita relação folha:colmo, elevado percentual de material morto (SILVA et al., 1994a), maior comprimento dos entre-nós e da altura da planta, enquanto baixa oferta (3,8 % do peso corporal) comprometeu o vigor das touceiras e a cobertura do solo (ALMEIDA et al., 2000).

Desta forma, a adoção de estratégias de manejo mais intensivas, com redução do período de descanso e menores resíduos pós-pastejo, têm sido preconizadas. A adaptação das espécies ao



manejo, em relação à intensidade e a frequência de desfolha, a chamada plasticidade fenotípica (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996), precisa ser melhor compreendida em gramíneas tropicais. Esta mudança no hábito de crescimento, entre outros fatores, favorece a rebrota sob condições de desfolha mais intensa. Neste sentido, Mello & Pedreira (2004) estudando três intensidades de desfolha em capim-tanzânia, correspondentes aos resíduos de 1.000, 2.500 e 4.000 kg de matéria seca verde por hectare, observaram folhas mais horizontais no menor resíduo, o que resultou em maior interceptação luminosa por unidade de área foliar. Neste estudo o índice de área foliar crítico, correspondente à interceptação luminosa de 95%, foi alcançado por volta do 22º dia de rebrota, independente do tratamento. Também Gomide et al. (2007) encontraram variação no coeficiente de extinção do pasto de capim-mombaça em função da duração do período de descanso. Segundo estes autores, o mais curto período de descanso resultou em aumento no coeficiente de extinção, o que permitiu recuperação mais rápida do pasto após o pastejo, garantido a interceptação de 95% da radiação incidente.

Em capim-mombaça sob pastejo rotacionado, Carnevalli et al. (2006) observaram diferença na produção e na perda de forragem em resposta ao momento de entrada dos animais no piquete (95 e 100% de interceptação luminosa) e à altura de resíduo pós pastejo de 30 e 50 cm. O valor mais alto (26.900 kg MS/ha.ano) foi observado na combinação de 30 cm de resíduo com a entrada aos 95% de interceptação luminosa. Além disso, observou-se alteração na composição da pastagem em função do tempo de descanso, com redução na participação do componente folha na forragem produzida simultaneamente ao incremento na participação do colmo e material morto quando se prolonga o período de descanso, passando da altura de 88 para 115 cm.

Resultados de produção de forragem mais modestos, mas com comportamento semelhante foram obtidos por Barbosa et al. (2007) em capim-tanzânia. Estes autores estudaram o efeito das alturas de resíduo de 25 e 50 cm combinadas com as frequências de 90, 95 e 100% de interceptação luminosa para entrada dos animais no piquete. O acúmulo de massa seca total e de folhas em 309 dias foi maior na combinação de 25 cm com 95% de interceptação, 15.120 e 10.560 kg/ha, respectivamente. Estes resultados associados às características estruturais do pasto como baixo acúmulo de colmo e pequeno porcentual de material morto, levaram estes autores a concluir ser este o melhor manejo para o capim-tanzânia sob lotação rotacionada.

Estrutura do pasto mais favorável ao consumo dos animais também foi observada por Trindade et al. (2007) com redução do período de descanso em capim-marandu. Os autores observaram maior proporção de folhas na extrusa de animais, quando o critério de pastejo foi baseado na IRFA de 95% em comparação ao tratamento baseado em 100% de IRFA. Este resultado corrobora os resultados de Carnevalli et al. (2006) que observaram redução na proporção de folhas e aumento nas de colmo e material morto na forragem de capim-mombaça, quando se prolongou o período de descanso dos piquetes para o atingimento de 100% de IRFA.

Em avaliações realizadas durante a estação das chuvas, (CANDIDO et al., 2005b; GOMIDE et al., 2007) estudaram os períodos de descanso correspondentes ao aparecimento de 2,5; 3,5 e 4,5 folhas por perfilho em capim-mombaça, utilizando um resíduo pós-pastejo equivalente ao índice de área foliar de 2,0. O prolongamento do período de descanso proporcionou maior acúmulo de massa seca de forragem verde por ciclo de pastejo, mas com crescente participação de colmos e redução na relação folha:colmo. As variáveis morfogênicas corroboraram este resultado, indicando ser a taxa de alongamento foliar e a densidade de perfilhos os componentes mais importantes da produção sob a condição de aparecimento de 2,5 folhas/perfilho, enquanto que a taxa de alongamento do colmo foi observada para o maior período de descanso (CANDIDO et al., 2005a; GOMIDE et al. 2007).

De acordo com Candido et al. (2005b), as avaliações morfofisiológicas indicaram que apesar do incremento no índice de área foliar, longos períodos de descanso resultaram em

comprometimento da relação folha:colmo e dos índices de crescimento; taxa de crescimento relativo, taxa assimilatória líquida, e razão de área foliar. Este acúmulo de colmos se deu após a estabilização da interceptação luminosa em torno de 95-98%, sendo o fator determinante para o incremento de biomassa.

Dando continuidade a este trabalho, Alexandrino et al. (2005) restringiram os tratamentos estudados aos períodos de descanso de 2,5 e 3,5 folhas por perfilho e ajustaram a saída dos animais dos piquetes quando a oferta de forragem estivesse em 10% do peso corporal. Apesar da ausência de efeito dos tratamentos sobre a maioria dos atributos produtivos e estruturais, a relação folha:colmo continuou sendo influenciada pelo prolongamento do período de rebrota da gramínea. Neste estudo estimou-se ganhos de peso diários em novilhos Holandês X Zebu de 824 e 760 g/dia, sendo as taxas de lotação de 3,65 e 3,53 UA/ha, respectivamente para períodos de descanso de 2,5 e 3,5 folhas/perfilho.

O aumento da biomassa total por ciclo de pastejo sob maiores períodos de descanso também foi observado por Santos et al. (1999) nos capins tanzânia e mombaça, mas sempre acompanhado de estreitamento na relação folha/colmo.

A interceptação de luz pela vegetação depende do índice de área foliar (IAF) e seu arranjo espacial. O incremento no IAF pode ser promovido, entre outras coisas, pelo nível de fertilidade do solo, aplicação de nitrogênio, condições climáticas etc. Também o estande de plantas influencia o IAF, conseqüentemente, a interceptação luminosa. Magalhães et al. (2007) avaliaram o efeito de doses de nitrogênio e densidades de plantas sobre a interceptação luminosa em experimento com capim-tanzânia. Os autores observaram que o tempo necessário para o atendimento do critério de 95% de interceptação luminosa foi reduzido na época chuvosa em função do incremento nas doses de nitrogênio e na densidade de plantas e, à medida em que se adentrou na época seca o efeito do nitrogênio foi perdido e a diminuição do intervalo entre cortes se deu apenas em resposta a maior densidade de plantas.

## **2 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, adotadas para estimar parâmetros do 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 reentrantes 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 possa ser empregado como indicador deve atender algumas premissas e para ser considerado indicador ideal, deve 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), indicador ideal é aquele que estima com precisão 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 gerar dados importantes. Owens & Hanson (1992) salientaram 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 de fluxo, 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 assunto de grande relevância em estudos de nutrição de ruminantes (VALADARES FILHO et al., 2006), particularmente naqueles manejados sob pastejo.

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

Indicadores internos são substâncias que já estão presentes no alimento, sendo indigestíveis no trato digestivo animal. Como exemplos temos 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 aqueles inerentes à porção indigestível da parede celular dos alimentos, obtidos após a incubação *in situ* ou *in vitro*. Dentre estes, os que têm demonstrado maior potencial são o FDNi à FDAi (BERCHIELLI, 2003). Esses grupos de indicadores apresentam a vantagem de já estarem presentes 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, 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 às premissas exigidas de um indicador ideal. Como exemplo de intra-indicadores têm-se grupamentos químicos como metoxila, unidades guaiacílicas, 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. Outros são considerados indicadores da fase fluida da digesta (Co-EDTA, PEG, Cr-EDTA), enquanto alguns são considerados indicadores da fase sólida (óxidos de cromo, ferro e titânio, cromo mordantado, itérbio).

## 2.1 Dióxido de titânio

O dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) é insolúvel em água e ácidos diluídos, não sendo absorvido pelas plantas (MARAIS, 2000). É um pó de coloração branca, sem odor ou gosto. Titgemeyer et al. (2001) demonstraram que o dióxido de titânio pode ser utilizado como indicador externo, em alternativa ao óxido crômico, em estudos de digestão e pode ser adicionado legalmente ao alimento em quantidades que não excedam 1,0% do produto final (FERREIRA et al., 2009). Ademais, segundo Valadares Filho et al. (2006), outra vantagem competitiva do TiO<sub>2</sub> diz respeito ao seu

custo, relativamente menor do que o óxido crômico. Ferreira et al. (2009) ao utilizarem o indicador dióxido de titânio e outros indicadores externos e internos, em novilhas alimentadas com cana-de-açúcar para avaliarem a digestibilidade dos nutrientes observaram que o mesmo apresentou valores semelhantes à coleta total de fezes. Esses mesmos autores ao realizarem outro experimento com vacas em lactação, alimentadas com silagem de milho e concentrado e os indicadores acima, encontraram comportamento semelhante para os dados obtidos para o dióxido de titânio e a coleta total de fezes. Com relação à metodologia de coleta das fezes, os referidos autores concluíram que três dias são suficientes para estimativa de digestibilidade para esse indicador.

Da mesma forma, Marcondes et al. (2008) ao avaliarem o dióxido de titânio e outros indicadores externos e internos para estimar a produção fecal em novilhas mestiças de corte, encontraram que esse indicador foi eficiente em estimar a produção de matéria seca fecal, bem como, o consumo de concentrado.

Glindemann et al. (2009) estimaram a produção fecal e a taxa de recuperação fecal do dióxido de titânio em ovelhas a pasto também, encontrando resultados satisfatórios para estes parâmetros e recomendaram a aplicação desse indicador duas vezes ao dia.

## **2.2 Lignina Purificada e Enriquecida (LIPE<sup>®</sup>)**

Caracterizado como hidroxifenilpropano modificado e enriquecido, o LIPE<sup>®</sup> é um indicador externo de digestibilidade desenvolvido especificamente para pesquisas.

Pesquisas relacionadas à Lignina se iniciaram a partir dos trabalhos realizados no Departamento de Química, do Instituto de Ciências Exatas (ICEX) da UFMG, onde um grupo de pesquisadores conseguiu extrair e caracterizá-la estruturalmente a partir do eucalipto. Conjuntamente, iniciava-se no Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG (EV-UFMG) um estudo abrangente envolvendo o isolamento da lignina de palhas de resíduos de cultura de milho e soja, seus efeitos sobre a digestibilidade da fibra e comportamento como indicador em ruminantes (SALIBA, 1998; SALIBA et al., 1999). Em 2002, pesquisadores da EV-UFMG começaram a trabalhar a molécula da lignina, no sentido de otimizar a sua determinação nas fezes. Saliba et al. (2003a) isolaram a lignina e a enriqueceram com grupamentos não comumente encontrados na lignina da dieta animal, originando o LIPE<sup>®</sup>.

O LIPE<sup>®</sup> foi inicialmente utilizado em estudo de consumo e digestibilidade comparada à coleta total de fezes em coelhos. As estimativas de produção fecal e digestibilidade revelaram a eficiência do LIPE<sup>®</sup> como indicador externo, não apresentando diferenças estatísticas com relação à coleta total. Além disso, apresentou as vantagens de curto período de adaptação e ser de baixo custo. Em seguida, o LIPE<sup>®</sup> foi comparado com a coleta total de fezes em experimento de avaliação do feno de Tifton 85 para ovinos (SALIBA et al., 2003b). Os resultados obtidos pela técnica *in vivo* foram estatisticamente semelhantes aos encontrados pelo uso do indicador externo LIPE<sup>®</sup>, sendo os valores de coeficiente médio de digestibilidade de 63,23% e 64,78% e produção fecal de 365,39 g/dia e 383,07 g/dia, respectivamente.

Estudos conduzidos com o objetivo de investigar a capacidade do LIPE<sup>®</sup> na estimativa da digestibilidade, da produção fecal e do consumo em diferentes espécies animais, como aves, suínos, equinos e bovinos, demonstraram que o LIPE<sup>®</sup> assemelha-se às ligninas de madeiras duras, sendo totalmente recuperado nas fezes sem modificações, digestão ou absorção (RODRIGUEZ et al., 2006; VASCONCELOS et al., 2007). Além disso, o LIPE<sup>®</sup> não apresenta variação diurna de excreção nas fezes, possibilitando que o seu fornecimento e a amostragem das fezes sejam feitos uma vez ao dia (RODRIGUEZ et al., 2006). Esses estudos revelaram que o LIPE<sup>®</sup> apresenta propriedades físico-químicas bastante estáveis e uma grande consistência químico-estrutural.

De acordo com Ferreira et al. (2009), o óxido crômico ou o dióxido de titânio, adicionados ao concentrado e fornecido duas vezes ao dia, e o LIPE<sup>®</sup> podem ser utilizados para estimativa da

digestibilidade em ruminantes. A escolha do indicador externo vai depender da facilidade de análise, disponibilidade e preço.

Oliveira et al. (2005) compararam o LIPE<sup>®</sup> e o óxido crômico em bovinos Nelore fistulados no esôfago, nas estimativas de excreção fecal e consumo voluntário em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, comparando ainda diferentes períodos de adaptação para os dois indicadores (três e sete dias). O consumo estimado de matéria seca foi de 2,12; 2,09; 2,16 e 2,10 (%) do peso corporal para os tratamentos com óxido crômico ou LIPE<sup>®</sup> para três ou sete dias, respectivamente, não se observando diferenças estatísticas entre os mesmos ( $P>0,05$ ). Quanto aos períodos de adaptação, três dias foram suficientes para estabilizar a concentração dos indicadores nas fezes dos animais. O LIPE<sup>®</sup> foi capaz de estimar com sucesso a excreção fecal e o consumo de bovinos de corte criados a pasto.

Saliba et al. (2004) utilizando a Ressonância Nuclear Magnética e produtos de oxidação com o nitrobenzeno, caracterizaram a composição estrutural do LIPE<sup>®</sup> antes e após a sua passagem pelo trato gastrointestinal de ovinos e verificaram que as amostras da lignina fecal mostraram espectros similares aos do LIPE<sup>®</sup>. Através deste experimento demonstrou-se que este indicador passou pelo trato gastrointestinal sem ser digerido e absorvido, sendo totalmente recuperado nas fezes. Com o auxílio da microscopia eletrônica de varredura pôde-se observar a integridade ultraestrutural do polímero recuperado nas fezes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, C.A.M.; CANDIDO, J.M.CD. et al. Período de descanso, características estruturais do dossel e ganho de peso vivo de novilhos em pastagem de capim-mombaça sob lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2174-2184, 2005.
- ALMEIDA, E.X.; MARASCHIN, G.E.; HARTHMANN, D.E.L. et al. Oferta de forragem de capim-elefante Anão Mott e a dinâmica da pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1281-1287, 2000.
- ALVES, 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.
- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B. et al. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.3, p.329-340, 2007.
- BERCHIELLI, T.T. **Uso de indicadores em estudos de ingestão, digestibilidade, composição da dieta, trânsito e fluxo digestivo**. 2003. 264p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2003.
- BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S.G.; CARRILHO, E.N.V.M. et al. 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.
- BURNS, J.C.; POND, K.R.; FISHER, D.S. Effects of grass species on grazing steers: II. Dry matter intake and digest kinetics. **Journal of Animal Science**, v.69, n.3, p.1199-1204, 1991.
- CANDIDO, M.J.D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, C.A.M. et al. Período de descanso, valor nutritivo e desempenho animal em pastagem de *Panicum maximum* cv. mombaça sob lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1459-1457, 2005c.
- CANDIDO, M.J.D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J.A. Duração do período de descanso e crescimento do dossel de *Panicum maximum* cv. mombaça sob lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.398-405, 2005b.
- CANDIDO, M.J.D.; GOMIDE, C.A.M.; ALEXANDRINO, E. et al. Morfofisiologia do dossel de *Panicum maximum* cv. mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.406-415, 2005a.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O. et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v.40, n.1, p.165-176, 2006.
- CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: PEDREIRA, C.G.S.; DA SILVA, S.C (Eds.). **A Produção Animal na Visão dos Brasileiros**, Piracicaba: FEALQ, 2001, p.853-871.
- CARVALHO, P.C.F.; TRINDADE, J.K.; MACARI, S. et al. Consumo de forragens por bovinos em pastejo. In: PEDREIRA, C.G.S.; MOURA, J.C.; DA SILVA, S.C. et al. (Eds.). **Produção de Ruminantes em Pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 2007, p.177-218.

- DA SILVA, S.C. Understanding the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species: the basis for planning efficient grazing management practices. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 2, 2004, Curitiba. **Proceedings...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2004.
- DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.121-138. 2007.
- DERESZ, F. Influência do período de descanso da pastagem de capim-elefante na produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.461-469, 2001.
- DERESZ, F.; PAIM-COSTA, M.L.; MARTINS, C.E. et al. Composição química, digestibilidade e disponibilidade de capim-elefante cv. Napier manejado sob pastejo rotativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.857-862. 2006.
- DIFANTE, G.S. **Desempenho de Novilhos, Comportamento Ingestivo e Consumo Voluntário de “*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia” sob Regime de Desfolhação Intermitente.** 2005. 100p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2005.
- EUCLIDES, V.P.B.; THIAGO, L.R.L.; MARCELO, M.C.M. et al. Consumo voluntário de forragem de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1177-1185, 1999.
- EUCLIDES, V.P.B.; ZIMMER, A.H.; VIEIRA, A. et al. **Evaluation of *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria brizantha* under grazing.** In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17, 1993, Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North: New Zealand Grassland Association, 1993.
- FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I. et al. Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1568-1573, 2009.
- FUKUMOTO, N.M.; DAMASCENO, J.C.; DERESZ, F. et al. Produção e composição do leite, consumo de matéria seca e taxa de lotação em pastagens de gramíneas tropicais manejadas sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1548-1557, 2010.
- GLIDEMANN, T.; TAS, B.M.; WANG, C. et al. Evaluation of titanium dioxide as an inert marker for estimating faecal excretion in grazing sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.152, p. 186-197, 2009.
- GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A.; ALEXANDRINO, E. Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a períodos de descanso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.10, p.1487-1494, 2007.
- GOMIDE, J.A. Fisiologia do crescimento livre de plantas forrageiras. In. PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds) **Pastagens: Fundamentos da Exploração Racional.** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.1-14.
- HERLING, V.R.; LUZ, P.H.C.; ANCHÃO, P.P.O. et al. Pastejo rotacionado: dimensionamento da área, determinação do número de piquetes e a taxa de lotação instantânea a ser utilizada. In. PEDREIRA, C.G.S.; MOURA, J.C.; DA SILVA, S.C. et al. 22º Simpósio sobre manejo da pastagem: Teoria e prática da produção animal em pastagens. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005. p.245-278.

HODGSON, J. The control of herbage intake in the grazing ruminant. **Proceeding Nutrition Society**, v.44, p.339-346, 1985.

HODGSON, J.; DA SILVA, S.C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Serie AGRO03–Utilização das terras (ha)**. Disponível em: <[http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=AGRO03&t=utilizacao-das-terras ha.](http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=AGRO03&t=utilizacao-das-terras%20ha)> Acessado em 20-deze-2013 as 11:50 hs.

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

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissues flows in grazed plant communities. In: HODSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.) **The ecology and management of grazing system**. Guilford: CAB International, 1996. p.3-36.

LOPES, F.C.F. Consumo de forrageiras tropicais por vacas em lactação sob pastejo em sistemas intensivos de produção de leite. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, n.57. Belo Horizonte: FEP-MVZ. 2008. p.67-117.

LOPES, F.C.F.; AROEIRA, L.J.M.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Efeito da suplementação e do intervalo de pastejo sobre a qualidade da forragem e consumo voluntário de vacas Holandês × Zebu em lactação em pastagem de capim-elefante. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.3, p.355-362, 2004.

MACEDO, M.C.M. Aspectos edáficos relacionados com a produção de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. In: BARBOSA, R.A. (ED). **Morte de pastos de brachiárias**. Campo Grande, MS: EMBRAPA Gado de Corte, 2006. p.36-65.

MACHADO, L.A.Z.; LEMPP, B.; VALLE, C.B. et al. Principais espécies forrageiras utilizadas em pastagem para gado de corte. In: PIRES, A.V. (Ed.). **Bovinocultura de corte**. 1 ed. Piracicaba: Editora FEALQ, 2010. p.375-417.

MAGALHÃES, M. A.; FREITAS, F.P.; OLIVEIRA, I.M. et al. Intervalo de colheita para capim-tanzânia irrigado com 95% de interceptação luminosa em diferentes densidades de plantas e doses de nitrogênio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007.

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

MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R. Consumo e desempenho de animais alimentados individualmente ou em grupo e características de carcaça de animais Nelore de três classes sexuais, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.12, p.2243-2250, 2008.

MELLO, A.C.; PEDREIRA, C.G.S. Respostas morfológicas do capim-tanzânia (*Panicum maximum* cv. tanzânia 1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.282-289, 2004.

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.

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



MOOJEN, E.L.; MARASCHIN, G.E. Potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a níveis de oferta de forragem. **Ciência Rural**, v.32, n.1, p.127-132. 2002.

MOTT, G.O. Potential productivity of temperate and tropical grassland systems. In: SMITH, J.A.; HAYS, V.W. (Eds.). INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14, 1983, Lexington. **Proceedings...** Lexington: International Grassland Society. 1983.

OLIVEIRA, L.O.F.; SALIBA, E.O.S.; BORGES, I, et al. Concentração de óxido crômico e LIPE® nas fezes de bovinos em pastagem de *Brachiaria brizantha* utilizadas nas estimativas de consumo. In: 42ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2005, Goiania. **Anais...** Goiania: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005.

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.

PENNING, P.D.; PARSONS, A.J.; ORR, R.J. et al. Intake and behavior responses by sheep to changes in sward characteristics under continuous stocking. **Grass and Forage Science**, v.46, n.1, p.15-28, 1991.

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.

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

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**. 1998. 251p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 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.

SALIBA, E.O.S.; FERREIRA, W.M.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Lignin from eucalyptus as indicator for rabbits in digestibility trials. **Tropical And Subtropical Agroecosystems**, v.3, n.1, p.107-109, 2004.

SALIBA, E.O.S.; PEREIRA, R.A.N.; FERREIRA, W.M. et al. Lignin from *Eucalyptus Grandis* as indicator for rabbits in digestibility trials. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.3, n.1-3, 2003a (Special Volume).

SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Caracterização microscópica das ligninas dos resíduos agrícolas de milho e de soja submetidos a fermentação ruminal e seus efeitos sobre a digestibilidade da fibra. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.51, n.1, p.89-96, 1999.

SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; PILÓ-VELOSO, D. et al. Estudo comparativo da digestibilidade pela técnica da coleta total com lignina purificada como indicador de digestibilidade para ovinos em experimento com feno de Tifton 85. In: 40ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE

BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2003, Santa Catarina. **Anais...** Santa Catarina: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003b.

SANTOS, P.M.; CORSI, M.; BALSALOBRE, M.A.A. Efeito da frequência de pastejo e da época do ano sobre a produção e a qualidade em *Panicum maximum* cultivares tanzânia e mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.244-249, 1999.

SARMENTO, D.O.L. **Produção, composição morfológica e valor nutritivo da forragem em pastos de *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf. cv Marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte.** 2007. 144 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2007.

SILVA, D.S.; GOMIDE, J.A.; FONTES, C.A.A. et al. Pressão de pastejo em pastagem de capim-elefante ‘anão’. 1 – Estrutura e disponibilidade de pasto. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.2, p.249-257, 1994a.

SILVA, D.S.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, A.C. Pressão de pastejo em pastagem de capim-elefante ‘anão’. 2 – Valor nutritivo, consumo de pasto e produção de leite. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.453-464, 1994b.

SOLLENBERGER, L.E.; BURNS, J.C. Canopy characteristics, ingestive behavior and herbage intake in cultivated tropical grasslands. In: 19<sup>a</sup> INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 2001, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro: FEALQ, 2001.

SPAIN, G.L.; SANTIAGO, J.V. Napier grass harvest readiness. **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**, v.57, n.4, p.300-306, 1973.

STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I -Variations in bite size of grazing cattle. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.24, n.6, p.809-819, 1973.

TITGEMEYER, E.C.; ARMENDARIZ, C.K.; BINDEL, D.J. et al. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**, v.79, n.4 p.1059-1063, 2001.

TRINDADE, J.K.; DA SILVA, S.C.; SOUZA, Jr., S.J.; et al. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.6, p.883 – 890, 2007.

VASCONCELLOS, C.H.F.; VELOSO, J.A.F.; SALIBA, E.O.S. Uso da LIPE como indicador externo na determinação da energia metabolizável de alimentos em frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.2, p.459-465, 2007.

VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; DETMANN, E. et al. Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo. In: 43<sup>a</sup> REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006, p.263-288.

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

VOLTOLINI, T.V.; SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C. et al. Características produtivas e qualitativas do capim-elefante pastejado em intervalo fixo ou variável de acordo com a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.1002-1010, 2010.

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.

## **CAPÍTULO I**

### **QUALIDADE DA FORRAGEM, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS HOLANDÊS X GIR EM PASTAGEM DE CAPIM-MARANDU SUBMETIDA A PERÍODO DE DESCANSO VARIÁVEL OU FIXO**

## RESUMO

MADEIRO, Afranio Silva. **Qualidade da forragem, produção e composição do leite de vacas Holandês x Gir em pastagem de capim-marandu submetida a período de descanso variável ou fixo.** 2014. 62p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

Objetivou-se com este trabalho avaliar dois critérios de manejo para o pastejo com lotação intermitente, sendo um intervalo de pastejo fixo de trinta dias e outro com intervalo de pastejo variável, conforme a interceptação de 95% da radiação fotossinteticamente ativa, e suas influências sobre a estimativa do valor nutritivo do pasto, o consumo voluntário de forragem por vacas leiteiras, a produção de leite por animal e a produção de leite por área. Foram avaliados dois critérios de manejo sob lotação intermitente: 1) entrada dos animais nos piquetes quando o pasto atingisse 95% de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa; e 2) pastagem manejada com intervalo de pastejo fixo de 30 dias. Em ambos os tratamentos, o período de ocupação foi de três dias, almejando-se um resíduo pós-pastejo de 25 cm de altura. Como agentes desfolhadores, foram utilizadas 16 vacas Holandês x Zebu, com peso corporal médio de 494,5 kg e produção média diária inicial de 21,3 kg de leite. As variáveis analisadas foram os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), consumo voluntário de forragem, a produção de leite por animal e a produção de leite por área, taxa de lotação e composição do leite. Com relação ao valor nutritivo do capim-marandu em resposta a duas estratégias de desfolhação foi observado efeito ( $P < 0,05$ ) dos intervalos de pastejo sobre os teores de PB, FDN, FDA e DIVMS. O consumo voluntário de forragem por vaca, produção de leite por área e a taxa de lotação foram influenciados ( $P < 0,05$ ) pelos intervalos de pastejo. O intervalo de pastejo variável (IPV) proporcionou maior teor de PB, o que provavelmente, deve-se as elevadas porcentagens de lâmina foliar e baixas porcentagens de colmo, o que é de grande relevância, pois o manejo do pastejo realizado quando 95% da luz incidente são interceptados pelo dossel permitiu criar ambiente no pasto que favorece o componente morfológico de alto valor nutritivo. Foi observado menor teor de FDN no IPV, o que significa que ocorreu menor acúmulo desse constituinte na parede celular, levando a supor que ocorreu espessamento da parede celular no intervalo de pastejo de fixo (IPF), visto que o intervalo de pastejo foi maior no tratamento com IPF em detrimento do IPV. A maior produção de leite por área observada para o IPV pode ser atribuída ao menor intervalo médio de pastejo obtido para o IPV (22,8 dias) em comparação ao IPF (30 dias). O pasto de capim-marandu manejado quando 95% da luz incidente são interceptados pelo dossel apresentam melhor valor nutritivo, maior taxa de lotação e produção de leite por área do que o pasto manejado com intervalo de pastejo fixo de 30 dias.

**Palavras-chave:** Consumo. Intervalo de pastejo. Taxa de lotação.

## ABSTRACT

MADEIRO, Afranio Silva. **Forage quality and milk production of Holstein x Zebu cows grazing Marandu grass subjected to varying periods of rest or fixed.** 2014. 62p. Thesis (Doctor Science in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

This work aimed to evaluate two criteria for the management of grazing with rotational stocking, with a range of fixed grazing thirty days and one interval variable grazing, as the interception of 95 % of photosynthetically active radiation, and their influences on estimating the nutritive value of the pasture, voluntary forage intake by dairy cows, milk production per animal and milk production per area. Two criteria under rotational stocking management were evaluated: 1) entry of animals in the paddocks when the grass reached 95 % interception of photosynthetically active radiation, and 2) managed pasture with fixed grazing interval of 30 days. In both treatments, the occupation period was three days, aiming to become a post-grazing 25 cm residue. How defoliating agents, 16 Holstein x Zebu cows were used, with a mean body weight of 494.5 kg and initial daily average production of 21.3 kg of milk. The variables analyzed were the dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), *in vitro* digestibility of dry matter (IVDDM), voluntary forage intake, milk production per animal and milk production per area, stocking rate and milk composition. Regarding the nutritional value of Marandu grass two strategies in response to defoliation effect ( $P < 0.05$ ) of grazing interval on the contents of CP, NDF, ADF and IVDDM was observed. The voluntary forage intake per cow, milk production per area and stocking rate were influenced ( $P < 0.05$ ) by grazing intervals. The range of variable grazing (VG) increased the content of crude protein, which probably should be the high level of leaf blade and low percentages of stem, which is of great importance, since grazing management conducted when 95 % of incident light is intercepted by the canopy helped to create in the pasture environment that favors the morphological component of high nutritional value. Lower NDF content in the VG, which means that this was the lowest accumulated in the cell wall constituent, it was assumed that cell wall thickening occurred in the range of fixed grazing (FG), since the range of grazing was observed was larger in FG treatment at the expense of VG. The higher milk production by observed for the VG area can be attributed to the lower average range grazing obtained for VG (22.8 days) compared with FG (30 days). The pasture Marandu grass handled when 95 % of the incident light is intercepted by the canopy have better nutritional value, higher stocking rate and milk production per area than grazing pasture with fixed grazing interval of 30 days.

**Keywords:** Intake. Range grazing. Stocking rate.

## 1 INTRODUÇÃO

A *Brachiaria brizantha* cultivar marandu é uma forrageira perene que se destaca por apresentar boa produtividade e qualidade da forragem, rápido estabelecimento, boa cobertura do solo e capacidade de competição com invasoras (MACHADO et al., 2007). Além disso, é oportuno ressaltar outra característica de grande relevância dessa gramínea, a capacidade de proporcionar um bom desempenho animal, característica fundamental para uso em sistema de pastejo intensivo. Ademais, apresenta boa adaptabilidade a solos de cerrado de média a alta fertilidade, elevada resposta à adubação, boa produção de sementes, boa cobertura do solo e resistência ao ataque das cigarrinhas, com destaque principal para essa última característica (COSTA et al., 2013).

Em função do exposto, o capim-marandu é uma forrageira distribuída em todo o território nacional, visto que se caracteriza pela sua grande flexibilidade de uso e manejo, sendo tolerante a uma série de limitações e/ou condições restritivas de utilização para um grande número de espécies forrageiras (DA SILVA, 2004).

Contudo, o sucesso do manejo intensivo requer o controle adequado do pasto. O método de pastejo de lotação rotacionada permite, na prática, controle mais eficiente das condições do pasto, visando favorecer tanto o acúmulo de forragem quanto a eficiência de colheita dos animais em pastejo. Para isto, é preciso conhecer as repostas morfofisiológicas das espécies em função de variações no manejo.

Assim, propostas de manejo do pasto que levam em consideração as características fisiológicas e morfológicas das plantas forrageiras podem promover intervalo de pastejo mais adequado para as gramíneas ao longo do ano.

Já que a adoção de intervalo de pastejo, com base na idade cronológica do dossel, tem se apresentado ineficiente com relação à morfofisiologia das plantas forrageiras, pois, apesar de facilitar a condução do pastejo com lotação intermitente, as características morfofisiológicas da planta variam com as condições do ambiente (ALEXANDRINO et al., 2005). Assim, a adoção de intervalos de pastejo fixos (em dias) pode fazer com que em determinadas épocas do ano ocorram condições de superpastejo (desfolha precoce) e, em outras, ocorram condições de subpastejo (desfolha tardia), resultando na menor eficiência do sistema de produção (CÂNDIDO et al., 2006). Outro problema relevante na adoção de intervalos de pastejo fixo é em relação ao controle do resíduo pós-pastejo (MARASCHIN, 1994) que, nesse caso, torna-se mais difícil.

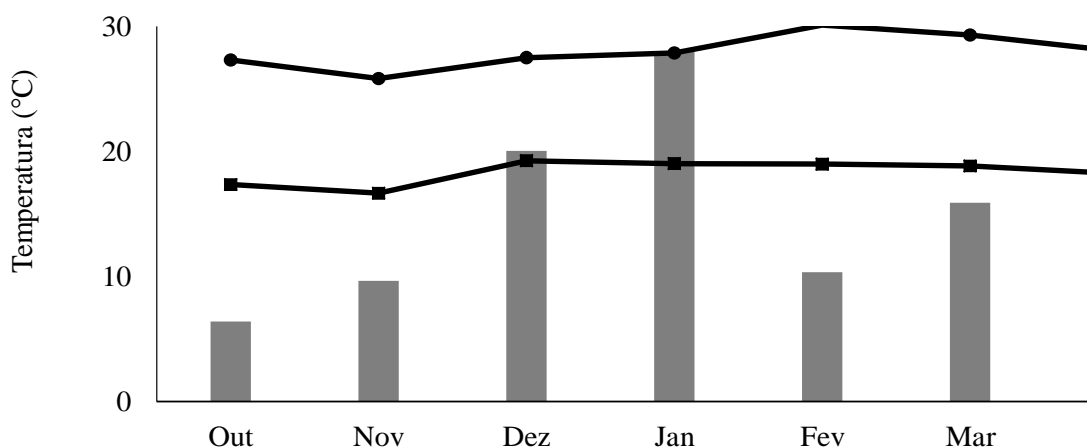
Propostas de manejo que levem em consideração as características fisiológicas e morfológicas dos cultivares de plantas forrageiras podem vir a promover melhorias consideráveis na produtividade e perenidade da pastagem (JORDÃO, 2010). Com base nesse pressuposto, a adoção de alternativas de monitoramento do intervalo de pastejo tem sido objetivo de estudo de vários pesquisadores (DERESZ, 2001; ALEXANDRINO et al., 2005; CÂNDIDO et al., 2005ab; CARARETO, 2007; JORDÃO, 2010; VOLTOLINI et al., 2010ab; ANJOS, 2012), sendo que, dentre as alternativas para monitoramento do intervalo de pastejo, aquela baseada no alcance da interceptação de 95% da radiação fotossinteticamente ativa tem se destacado. Obviamente o tempo necessário, após o pastejo, para o alcance deste critério varia em função dos fatores de crescimento experimentados pela planta e da condição do estande vegetal (densidade de plantas).

Objetivou-se com este trabalho avaliar dois critérios de manejo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu para o pastejo com lotação rotacionada, sendo um intervalo de pastejo fixo de 30 dias e outro com intervalo de pastejo variável, conforme a interceptação de 95% da radiação fotossinteticamente ativa, e suas influências sobre a qualidade nutricional do pasto, o consumo voluntário de forragem por vacas leiteiras, bem como sobre as produções de leite por animal e por área.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de outubro de 2011 a maio de 2012, no Campo Experimental José Henrique Bruschi (CEJHB), pertencente à Embrapa Gado de Leite, situado a 410 metros de altitude no município de Coronel Pacheco, na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais. As coordenadas geográficas do local são 21°33' de latitude Sul e 43°16' de longitude Oeste. O clima da região, segundo Koppen, é do tipo Cwa (mesotérmico), com verão chuvoso e inverno seco, entre os meses de junho a setembro (EMBRAPA, 1980).

As variáveis climáticas observadas durante os períodos de avaliação, obtidas na estação meteorológica automática do CEJHB localizada a, aproximadamente, 200 metros de distância do local do experimento são apresentadas na Figura 1. O relevo da área experimental pode ser considerado como suave a moderadamente ondulado e o solo classificado como Neossolo Flúvico Distrófico (EMBRAPA, 1999), com horizonte A moderado e textura variando de argilosa a muito argilosa.



**Figura 1.** Variáveis climáticas observadas durante o período experimental.

O estabelecimento da área total da pastagem ocorreu em períodos diferentes: uma parte foi estabelecida no ano de 2003; e a parte restante, no ano de 2008. Esse estabelecimento em anos diferentes foi realizado para complementar a área total necessária para realização do experimento, sendo que, em períodos anteriores, outros experimentos já haviam sido conduzidos na área.

Desde novembro de 2010, os pastos vinham sendo manejados. Durante a estação chuvosa, o manejo foi realizado conforme os critérios de intervalo de pastejo baseado na interceptação de 95% da radiação fotossinteticamente ativa e intervalo de pastejo fixo de trinta dias, almejando-se que a altura de resíduo pós-pastejo fosse de 25 cm. A fim de se manter a altura de resíduo pós-pastejo próxima de 25 cm, durante a estação da seca, os animais foram mantidos nos piquetes durante as noites.

Antes de iniciar a fase experimental foi realizado um pastejo de condicionamento durante o período de 18 de outubro de 2011 a 19 de novembro de 2011. O pasto foi manejado piquete a piquete para o estabelecimento da altura de resíduo pós-pastejo de 25 cm. Esse manejo foi feito utilizando-se vacas Holandês x Gir com peso corporal médio de 450 kg, as quais permaneceram em cada piquete por três dias, de forma a assegurar o mesmo padrão de rebrota entre os mesmos.



Nos pastos manejados com intervalo de pastejo de acordo com a interceptação de 95% da radiação fotossinteticamente ativa, as avaliações tiveram início no dia 17 de novembro de 2011, enquanto nos pastos com intervalo de pastejo fixo as avaliações foram iniciadas a partir do dia 20 de novembro do mesmo ano. Daí em diante, o manejo dos piquetes obedeceu aos tratamentos preconizados, ou seja, intervalo de pastejo fixo de trinta dias ou o correspondente ao alcance de 95% de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa.

Os tratamentos consistiram na avaliação de dois critérios de manejo sob lotação intermitente: 1) entrada dos animais nos piquetes quando o pasto atingisse 95% de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa; e 2) pastagem manejada com intervalo de pastejo fixo de 30 dias de descanso. Nos dois tratamentos, o período de ocupação dos piquetes foi de três dias, almejando-se resíduo pós-pastejo de 25 cm de altura. Como agentes desfolhadores, foram utilizadas 16 vacas Holandês x Gir, com peso corporal médio de 494,5 kg e produção média diária inicial de 21,3 kg de leite. Foram utilizadas oito vacas por tratamento, sendo quatro por repetição. O ajuste da taxa de lotação em função dos alvos de manejo (altura de resíduo) foi realizado por meio da técnica de “put and take”. Para tanto, foram utilizadas vacas extras a fim de alcançar a altura de resíduo preconizada.

O experimento foi realizado em 3,74 ha, em delineamento experimental de blocos completos casualizados, com duas repetições de área de pastagem e 44 piquetes. Cada repetição de área continha onze piquetes, de 850 m<sup>2</sup>, onde foram colocadas quatro vacas. A blocagem da área experimental foi feita levando-se em consideração a diferença nas épocas de implantação da pastagem. Devido a fatores operacionais, foram fixados para avaliação apenas três piquetes de cada repetição de área por ciclo de pastejo. Para o tratamento com intervalo de pastejo fixo de 30 dias, foram utilizados os onze piquetes em todos os ciclos de pastejo, enquanto que, para o tratamento com intervalo de pastejo variável, baseado no critério de 95% de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, o número de piquetes utilizados em cada ciclo de pastejo variou conforme o tempo necessário para o alcance da condição preconizada, até o máximo de onze. No tratamento com intervalo de pastejo variável, os piquetes que não eram utilizados dentro do ciclo de pastejo foram manejados segundo o mesmo critério, simultaneamente aos demais piquetes. Tal estratégia visou possibilitar o ajuste do intervalo de pastejo nos diferentes ciclos de pastejo e manter os piquetes na mesma condição dos demais, para caso viessem a ser utilizados nos ciclos de pastejo seguinte, já que o alcance da condição de 95% de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa varia em função das condições climáticas.

Durante o período experimental, o pasto foi adubado com o equivalente a 50 kg/ha de nitrogênio e de K<sub>2</sub>O e 12,5 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por meio da formulação 20-05-20 de N-P-K, após o terceiro dia de pastejo, após a saída das vacas.

Para o monitoramento da interceptação luminosa pelo dossel forrageiro, foi utilizado o analisador de dossel AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, Modelo LP-80 (DECAGON Devices). As avaliações constituíram de leituras realizadas semanalmente em dez pontos representativos da altura média do dossel de cada piquete, durante o período de rebrota. As leituras foram realizadas em todas as unidades experimentais do tratamento com intervalo de pastejo variável conforme a interceptação de 95% da radiação fotossinteticamente ativa e, no mínimo, em duas unidades experimentais do tratamento com intervalo de pastejo fixo de 30 dias, por ciclo de pastejo.

A altura do dossel forrageiro foi monitorada antes da entrada dos animais no piquete (pré-pastejo) e depois de sua saída (pós-pastejo). Para determinação de tal característica, foi utilizada régua cilíndrica graduada em centímetros, sendo medidos quarenta pontos aleatórios por piquete e, posteriormente, calculando-se a altura média. A altura do dossel em cada ponto correspondeu à altura desde o nível do solo até a curvatura das folhas superiores em torno da régua.

As avaliações do valor nutritivo do pasto foram feitas sempre um dia antes da entrada dos animais no piquete, buscando obter amostras de forragem representativas daquelas ingeridas pelas vacas. A amostragem foi realizada em vários pontos médios da vegetação acima da altura do resíduo preconizado do pasto, simulando aquela observada no terceiro dia de ocupação dos piquetes. Após coletadas as amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada, regulada sob temperatura média de 55°C, durante 72 horas. Posteriormente, as amostras de forragem foram moídas em moinho com peneiras de porosidade de 1 mm e armazenadas em potes de vidro devidamente identificados para posteriores análises laboratoriais.

As amostras foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo métodos descritos por Silva & Queiroz (2002); Fração A de proteína foi realizado de acordo com o protocolo descrito por Licitra et al. (1996) e adaptado por Malafaia & Vieira (1997) e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de acordo com o protocolo descrito por Tilley & Terry (1963).

O consumo voluntário de pasto foi estimado nos ciclos de pastejo dois e três, pelo método indireto como o uso do indicador externo dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>).

A estimativa da produção fecal individual com o uso do indicador dióxido de titânio foi realizada por meio da administração de 5 g/animal/dia do indicador externo, envolvido em cápsulas de papel, por via oral, logo após as ordenhas da manhã e tarde, durante 12 dias, sendo seis dias de adaptação e seis dias de coleta de fezes. As fezes foram coletadas duas vezes ao dia, diretamente da ampola retal das vacas, sempre após a administração do indicador.

As amostras de fezes foram armazenadas (-10°C) e, posteriormente, descongeladas em temperatura ambiente para a realização de amostras compostas por vaca em cada ciclo de pastejo (base da matéria natural), considerando um período de coleta de fezes de seis dias. Posteriormente, as amostras, correspondentes a cada animal, foram pré-secas em estufa de ventilação forçada (55°C; 72 h), moídas em moinho com peneira de porosidade de 1 mm, acondicionadas em frascos etiquetados, e enviadas ao Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG, (Belo Horizonte, MG) onde foram analisadas quanto à concentração de dióxido de titânio conforme Barros et al. (2012).

A produção fecal (PF) foi calculada usando a fórmula: PF = Cromo administrado diariamente (g/dia) / cromo existente na MS fecal (g/kg).

O consumo diário de MS (CMS) foi estimado conforme equação proposta por Astigarraga (1997):

$$\text{CMS (g/dia)} = \text{PF} / (1 - (\text{DIVMS} / 100))$$

Em que PF = produção fecal e DIVMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca (TILLEY & TERRY, 1963)

Foram realizados registros das produções de leite por três dias consecutivos a cada 10 dias, por meio de pesagens realizadas nas ordenhas da manhã (06:00 h) e da tarde (13:30 h), no período de 01 de janeiro a 03 de maio de 2012. A produção de leite corrigida (PLC) para 3,5% de gordura foi calculada segundo a equação proposta por Sklan et al. (1992):

$$\text{PLC} = (0,432 + 0,1625 \times \% \text{ gordura}) \times \text{produção de leite}$$

Apenas durante o período de espera para ordenha, as vacas tiveram acesso à água e mistura mineral, e no momento da ordenha receberam 2 kg/dias de concentrado (metade em cada ordenha), cuja a composição está apresentada na tabela 1.

Para determinação da composição do leite, amostras individuais de leite foram colhidas a cada 10 dias, durante três dias consecutivos. As amostras individuais do leite das ordenhas da manhã (2/3) e da tarde (1/3) foram coletadas em frascos contendo bronopol como conservante, e encaminhadas para o Laboratório de Qualidade do Leite da Embrapa Gado de Leite (Juiz de Fora, MG), para determinação dos teores de proteína, gordura e lactose.

Foram realizadas pesagens dos animais sempre por uma mesma pessoa, com o auxílio de uma balança mecânica, sempre após a ordenha da manhã. As atividades de pesagens tiveram como objetivo avaliar a condição dos animais durante o período experimental e definir a Unidade Animal (UA) presente em cada tratamento.

**Tabela 1.** Composição nutricional do suplemento concentrado no período experimental.

Item	Teor
Matéria seca (%)	90,6
Matéria mineral (%MS)	8,7
Proteína bruta (%MS)	22,5
Fibra em detergente neutro (%MS)	13,6
Fibra em detergente ácido (%MS)	5,3
Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (%)	88,6
Nutrientes digestíveis totais <sup>1</sup> (%MS)	80,0

<sup>1</sup>Weiss et al. (1992).

Os resultados foram analisados como medidas repetidas no tempo utilizando-se o procedimento PROC MIXED (modelos mistos) do programa estatístico SAS<sup>®</sup> (*Statistical Analysis System*), versão 9.0 para Windows<sup>®</sup>. Uma vez que as variáveis foram coletadas ao longo do período experimental e agrupadas em ciclos. A escolha da matriz de covariância foi realizada utilizando-se o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993). Os efeitos de manejo e de ciclo de pastejo e suas interações foram considerados efeitos fixos e o efeito de blocos foi considerado aleatório. (LITTEL et al., 2000). A comparação das médias foram feita por intermédio do teste t e comparadas ao nível de 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os intervalos de pastejo e a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA) em resposta a duas estratégias de desfolhação são apresentados na Tabela 2. O intervalo de pastejo fixo (IPF) e o intervalo de pastejo variável (IPV) foram definidos como variáveis controles; portanto, não foram submetidos à análise de variância, contudo, por meio dos dados apresentados (Tabela 2) podem-se fazer interpretações sobre essas variáveis.

**Tabela 2.** Intervalos de pastejo (dias) e interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA) em resposta a duas estratégias de desfolhação.

Ciclo	Intervalos de pastejo		IRFA (%)	
	Fixo	Variável	Fixo	Variável
1	30	27	98,2	94,0
2	30	18	98,1	94,8
3	30	21	98,4	95,5
4	30	30	97,5	94,7
5	30	18	98,7	95,0
Média	30	22,8	98,1	94,8

Os menores intervalos de pastejo foram verificados no segundo e quinto ciclos de pastejo, quando o período de descanso foi de apenas 18 dias de descanso. Entretanto, no quarto ciclo, o intervalo de pastejo para ambos os critérios adotados foi igual, o que pode ser atribuído à falta de chuva registrada naquele ciclo (Figura 1). Realmente, embora não haja simultaneidade entre os ciclos de pastejo dos tratamentos, o menor valor de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa no quarto ciclo para o tratamento com IPF (97,5%) indica a limitação ao crescimento observado no período.

Observa-se que o IPV apresentou, durante todos os ciclos de pastejo, valor próximo ao estipulado como critério de manejo (95% da IRFA). Para o IPF, embora a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa não fosse um critério de controle, durante todos os ciclos ela apresentou valor superior ao critério de IPV com base na IRFA 95%, mesmo no momento em que o intervalo de pastejo entre os dois critérios de intervalo de pastejo (segundo ciclo) foi o mesmo.

Na média o menor intervalo entre pastejos foi encontrado para o critério de intervalo de pastejo baseado na interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (22,8 dias), quando comparado ao critério de IPF (30 dias). Os dados observados na literatura nacional relatam as vantagens do critério de IPV para redução do intervalo de desfolhação de gramíneas tropicais. Desta forma, avaliações objetivando definir o melhor critério de manejo para pastejo já vêm sendo foco de diversos pesquisadores, conforme os registros de Voltolini et al. (2010a) que observaram intervalos de pastejos de 19,4 dias para o capim-elefante manejado com altura média do resíduo de 62 cm. Para o capim-xaraés com altura pós-pastejo média de 16,2 cm, o intervalo médio de pastejo encontrado por Pedreira et al. (2007) foi de 22 dias. Carnevalli et al. (2006) reportaram intervalos de pastejos variando de 22 a 25 dias para o capim-mombaça manejado com resíduo pós-pastejo de 30 e 50 cm, durante o período de primavera-verão.

O intervalo de pastejo encontrado neste trabalho é menor que o encontrado por Sarmiento (2007) para o capim-marandu. Durante os períodos de outubro a março de 2004, e de outubro a dezembro 2005, o referido autor encontrou intervalo médio entre pastejos de 45,7 dias e 28,7 dias, para pastos submetidos às alturas pós-pastejo de 10 cm e 15 cm, respectivamente. Uma das explicações para a diferença no intervalo de pastejo encontrado nessas duas situações seria a

quantidade de folhas remanescentes, que é menor em pastos submetidos a maior intensidade de pastejo, tornando o processo de rebrota mais lento e demorado.

Com relação ao valor nutritivo do capim-marandu, em resposta às duas estratégias de desfolhação, foi observado efeito ( $P < 0,05$ ) dos intervalos de pastejo sobre os teores de proteína bruta (PB) da forrageira (Tabela 3). O IPV proporcionou maior ( $P < 0,05$ ) teor de PB no pasto, o que provavelmente, foi resultado das elevadas porcentagens de lâmina foliar e baixas porcentagens de colmo observadas, com conseqüente elevação da relação folha:colmo conforme verificado em avaliações realizadas em conjunto com Anjos (2012); Anjos et al. (2012a); Anjos et al. (2012b). Desta forma, o manejo do pastejo realizado quando 95% da luz incidente são interceptados pelo dossel permitiu criar ambiente no pasto que favorece o componente morfológico de alto valor nutritivo.

Carvalho et al. (2005) não observaram efeito da redução do intervalo pastejo do capim-elefante de 30 para 24 dias sobre o teor de PB. O teor de PB também não foi influenciado pela redução do intervalo de pastejo do pasto de capim-elefante de 26 para 19 dias no trabalho de Voltolini et al. (2010a). Logo, a diferença existente nos trabalhos citados anteriormente de seis e sete dias de crescimento entre os tratamentos quanto ao intervalo de pastejo, pode não ter sido suficiente para proporcionar alteração no teor de PB. Além disso, é possível que as variações climáticas e de fertilidade do solo ocorridas em cada condição experimental possam ter alterado a composição química da forragem produzida.

**Tabela 3.** Valor nutritivo do capim-marandu em resposta a duas estratégias de desfolhação.

Item <sup>1</sup>	Intervalos de pastejo		Erro padrão
	Fixo	Variável	
Matéria seca (%)	15,99 <sup>a</sup>	16,28 <sup>a</sup>	0,13
Proteína bruta (%MS)	15,02 <sup>b</sup>	16,87 <sup>a</sup>	0,16
Fração A de proteína (%PB)	23,80 <sup>b</sup>	25,00 <sup>a</sup>	0,11
Fibra em detergente neutro (%MS)	68,24 <sup>a</sup>	66,65 <sup>b</sup>	0,29
Fibra em detergente ácido (%MS)	33,33 <sup>a</sup>	32,64 <sup>b</sup>	0,20
Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (%MS)	62,24 <sup>b</sup>	63,46 <sup>a</sup>	0,22

<sup>1</sup>Médias na mesma linha seguidas pela mesma letra não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste t.

Foi observada diferença ( $P < 0,05$ ) nos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) em função dos intervalos de pastejo (Tabela 3). O menor teor de FDN e FDA no IPV demonstra que houve menor acúmulo desses constituintes na parede celular, levando a supor que ocorreu espessamento da parede celular no IPF, visto que o intervalo de pastejo foi maior no tratamento com IPF em detrimento do IPV. Este fato pode ter contribuído para maturação dos tecidos vegetais e, conseqüentemente, incremento da concentração da FDN no IPF. Isso confere superioridade ao critério de IPV com base na interceptação de 95% da radiação da fotossinteticamente ativa, haja vista que quanto menor o teor dessa fração na forragem, maior será o potencial de ingestão de forragem pelo animal, com reflexos diretos sobre o desempenho animal. Desta forma, fica evidente que o IPV apresentou melhor característica nutritiva no que se refere à fração fibrosa.

Avaliando-se pastos de capim-elefante manejados conforme a interceptação de 95% da radiação fotossinteticamente ativa, Voltolini et al. (2010a) observaram redução no teor de FDN em pastagens de capim-elefante manejadas de acordo com a interceptação de 95% da radiação da fotossinteticamente ativa, em comparação com aquelas manejadas com IPF de 26 dias. De acordo com os autores, os menores teores de FDN encontrados na pastagem manejada com intervalo de

pastejo, conforme a interceptação de 95% da radiação da fotossinteticamente ativa, podem favorecer o consumo e a digestibilidade da forragem e, por consequência, aumentar o desempenho produtivo de animais.

Os valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foram influenciados ( $P < 0,05$ ) pelos critérios de intervalos de pastejo (Tabela 3). O IPV baseado na interceptação de 95% da radiação fotossinteticamente ativa resultou em maior valor de DIVMS que o IPF de 30 dias.

Os valores DIVMS desse trabalho mostraram que o uso de um número fixo pré-determinado de dias de intervalo de pastejo, como tradicionalmente feito no caso de estratégias de pastejo de lotação rotacionada, resulta em colheita da forragem com menor disponibilidade de nutrientes. Sob o ponto de vista da nutrição animal este fato tem relevância, pois pode resultar em prejuízos sobre a qualidade da forragem e, conseqüentemente, no desempenho animal sob condições de pastejo.

Em consonância com o presente trabalho, Deresz (2001) observou diferenças na DIVMS em pastos de capim-elefante manejados em pastejo rotacionado com períodos de descanso de 30, 36 e 45 dias. Nessa situação os pastos manejados com intervalo de pastejo fixo de 30 dias apresentaram melhores características nutricionais quando comparados com aqueles manejados com intervalos de pastejo fixo de 36 e 45 dias. Logo, a adoção de intervalos fixos definidos em termos de dias pode alterar o valor nutritivo da forragem colhida pelo animal, uma vez que podem resultar em intervalo de pastejo mais longos ou mais curtos do que o necessário.

O consumo de matéria seca (MS), proteína bruta e de fibra em detergente neutro (FDN) foram influenciados ( $P < 0,05$ ) pelos intervalos de pastejo (Tabela 4).

Apesar do critério de IPV proporcionar maior valor nutritivo (Tabela 3) devido às alterações na composição morfológica e estrutural do pasto de capim-marandu (ANJOS, 2012; ANJOS, 2012a; ANJOS, 2012b), os quais podem contribuir para o aumento do consumo de forragem, essas mudanças não foram suficientes para proporcionar maior consumo voluntário de pasto pelas vacas manejada no critério de IPV. O que pode ter sido decorrente da menor oferta de forragem observada visualmente no pasto manejado pelo critério de IPV. Nesse contexto, a menor oferta de forragem no critério de IPV implicaria em diminuição da massa de cada bocado, e, em consequência, os animais aumentaram o tempo de pastejo e a taxa de bocados. Entretanto, a taxa de ingestão não foi compensada pelo aumento da taxa dos bocados. Esses resultados sugerem que processos relacionados à ingestão de forragem por animais em pastejo podem influenciar a quantidade de forragem consumida durante o pastejo.

Os níveis máximos de consumo voluntário e desempenho animal estão relacionados com oferta de forragem de cerca de duas a três vezes as necessidades diárias do animal, de forma que ofertas diárias de massa seca de forragem da ordem de 10 a 12 kg/100 kg de peso permitiriam o máximo desempenho individual de animais em pastejo (HODGSON, 1990).

**Tabela 4.** Consumo diário de nutrientes por vacas em resposta a duas estratégias de desfolhação.

Variável <sup>1</sup>	Intervalos de pastejo		Erro padrão
	Fixo	Variável	
CMSP (kg/dia)	12,13 <sup>a</sup>	11,18 <sup>b</sup>	0,25
CMST (kg/dia)	13,90 <sup>a</sup>	12,95 <sup>b</sup>	0,27
CMST (% PC)	2,81 <sup>a</sup>	2,51 <sup>b</sup>	0,04
CPBT (kg/dia)	2,27 <sup>a</sup>	2,16 <sup>b</sup>	0,17
CFDNT (kg/dia)	8,33 <sup>a</sup>	7,80 <sup>b</sup>	0,11
CFDNT (%/PC)	1,68 <sup>a</sup>	1,51 <sup>b</sup>	0,45

<sup>1</sup>Médias na mesma linha seguidas pela mesma letra não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste t; CMSP = consumo de matéria seca do pasto; CMST = consumo de matéria seca total; CPBT = consumo de proteína bruta total; CFDNT = consumo de fibra em detergente neutro total; PC = Peso corporal.

Carvalho et al. (2005) não encontraram diferença no consumo de forragem por vacas Holandês x Zebu mantidas em pastagem de capim-elefante, apesar de existir diferença de seis dias entre os tratamentos quanto ao intervalo de pastejo, sendo essa diferença correspondente aos intervalos de pastejo de 24 e 30 dias.

A literatura brasileira revela que há diversos trabalhos que levam em consideração as características fisiológicas e morfológicas das cultivares de plantas forrageiras (DERESZ, 2001; ALEXANDRINO et al., 2005; CÂNDIDO et al., 2005ab; CARARETO, 2007; JORDÃO, 2010; VOLTOLINI et al., 2010ab; ANJOS, 2012). No entanto, há ausência de estudos com objetivo de avaliar a influência dos intervalos de pastejo variável, com base na interceptação de 95% da radiação da fotossinteticamente ativa ou fixo, com base na idade cronológica do dossel forrageiro sobre o consumo de forragem.

Contudo, Lopes et al. (2004) estudou o efeito de três intervalos de pastejo (30, 36 e 45 dias) sobre o consumo voluntário de vacas mestiças Holandês x Zebu, encontrando na estação chuvosa o consumo diário de capim-elefante médio de 2,72 % PC; 3,07 % PC e 2,82 % PC, respectivamente. Valores esses superiores aos observados no presente trabalho para ambos os critérios de intervalos de pastejo.

Foi observado maior ( $P < 0,05$ ) consumo de FDN tanto expresso em kg/dia quanto em porcentual do peso corporal (PC) pelas vacas manejadas no critério de IPF. A FDN está relacionada diretamente com o efeito de enchimento do rúmen e inversamente ao consumo voluntário de alimentos (MERTENS, 1992), o que é muito importante para compreender a qualidade do pasto.

Pastos de alta qualidade apresentam baixo teor de FDN e, portanto, propiciam alto consumo diário pelos animais. O consumo voluntário, por este mecanismo, é ditado pela relação entre a capacidade de consumo de FDN e a concentração de FDN na dieta. Mertens (1994) sugere que a capacidade de consumo de FDN varia de 0,78 a 1,30% do peso corporal, sendo afetado pela ordem de parto da vaca e pelo estágio da lactação.

Uma observação de grande relevância, é que consumo de FDN observado no presente trabalho em relação ao critério de IPF de 30 dias foi de 1,50% do peso corporal, valor esse 13,3% maior do que o valor proposto por Mertens (1994) para a limitação física (1,30% do peso corporal). Entretanto, Ruiz et al. (1995), Balsalobre (1996), Balsalobre (2002) e Sarmento (2003) encontraram consumo de 1,3% a 1,6% de FDN em relação ao peso animal/dia para bovinos consumindo forragem tropicais.

Lopes et al. (2004) observaram que o consumo médio diário de FDN proveniente das dietas exclusivas de capim-elefante variou de 1,1 a 2,7% PC, enquanto na pastagem suplementada, o consumo diário de FDN do concentrado foi de 0,07% PC e o consumo diário total de FDN (pastagem + concentrado) variou de 1,4 a 2,6% PC. Estes valores estão acima dos valores indicados por Mertens (1992) para bovinos, que naquela ocasião relatou que não seria possível consumos de FDN acima de 1,25% do peso animal/dia, indicando que acima desse valor o consumo estaria sendo limitado pelo aspecto físico.

Neste sentido, parece que a proposta de Mertens (1994) é teoricamente capaz de representar a relação entre os teores de FDN e energia. Entretanto, essa proposta não se aplica para gramíneas tropicais; dessa forma, não seria adequado utilizar esses valores como indicativo de base para consumo voluntário de animais nos trópicos consumido gramíneas tropicais, levando a supor a necessidade de pesquisas sob condições tropicais para a obtenção de valores adequados para o entendimento do processo produtivo.

Não foi observado efeito ( $P > 0,05$ ) de tratamento sobre a produção de leite por unidade animal (UA) corrigida ou não para 3,5% de gordura entre os dois critérios de intervalo de pastejo

(Tabela 5). Apesar dos intervalos de pastejo proporcionarem alterações no pasto (ANJOS, 2012; ANJOS et al., 2012a; ANJOS et al., 2012b), o que refletiu em mudanças no valor nutritivo da planta forrageira (Tabela 3) e no consumo de forragem (Tabela 4), essas mudanças não foram suficientes para alterar a produção de leite por UA.

**Tabela 5.** Produção de leite por UA, produção de leite por área, taxa de lotação e composição do leite em resposta a duas estratégias de desfolhação.

Item <sup>1</sup>	Intervalos de pastejo		Erro padrão
	Fixo	Variável	
Produção por UA (kg/UA.dia)	15,2 <sup>a</sup>	15,6 <sup>a</sup>	0,74
Gordura (%)	3,7 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>	0,15
Produção corrigida por UA (kg/UA.dia)	15,7 <sup>a</sup>	16,4 <sup>a</sup>	0,27
Produção por área (kg/hectare.dia)	66,6 <sup>b</sup>	90,2 <sup>a</sup>	0,04
Taxa de lotação (UA/ha)	5,0 <sup>b</sup>	6,5 <sup>a</sup>	0,08
Proteína (%)	3,1 <sup>a</sup>	3,2 <sup>a</sup>	0,09
Lactose (%)	4,5 <sup>a</sup>	4,4 <sup>a</sup>	0,03

<sup>1</sup>Médias na mesma linha seguidas pela mesma letra não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste t.

Contudo, apesar de não significativa a diferença na produção de leite entre as vacas dos dois intervalos de pastejo, os animais mantidos no pasto com critério de IPV apresentaram produção de leite quando corrigida para 3,5% de gordura de 0,68 kg/dia a mais do que os animais mantidos no pasto com critério IPF de 30 dias.

Contudo, é oportuno ressaltar que Deresz (2001) também não observou diferença na produção de leite corrigida para 3,5% de gordura de vacas Holandês x Zebu mantidas em pastagem de capim-elefante com período de descanso de 30, 36 e 45 dias durante a estação chuvosa. De forma, semelhante, Voltolini et al. (2010b) não observaram efeitos da redução do intervalo de pastejo do capim-elefante de 26 para 19 dias sobre a produção de leite das vacas. Em consonância com o presente trabalho e com os autores citados acima, Carvalho et al. (2005), avaliando a influência de intervalos de desfolha do capim-elefante de 30 e 24 dias não observaram efeito sobre a produção de leite das vacas.

Considerando que o peso corporal (PC) médio das vacas do IPV foi de 500 kg, e que a exigência de PB para manutenção de vacas é de 100 g por 100 kg de PC, e assumindo que o consumo de PB pelas vacas do IPV foi de 2,16 kg (Tabela 4), deduz-se então que 0,50 kg de PB são necessárias para manutenção, o que sobriaria 1,66 kg de PB para produção de leite (80 g/kg de leite) (DERESZ & MOZZER, 1994). Portanto, teríamos proteína suficiente para produção de 20,75 kg/dia de leite. Com relação ao consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT), assumindo-se que a forragem tenha 55% de NDT (BENETT et al., 2008) e o concentrado 80% (Tabela 1) haverá 7,56 kg de NDT nos 12,95 kg de matéria seca total. Considerando-se ainda que as necessidades de manutenção sejam de 4 kg (0,8 kg/100 kg de peso corporal) restariam 3,56 kg de energia para produção de leite, o que equivale a uma produção de 11,12 kg de leite (0,32 kg NDT/kg de leite) (DERESZ & MOZZER, 1994).

Com relação ao IPF o PC médio das vacas foi de 490 kg, considerando o consumo de PB pelas vacas do IP fixo de 2,27 kg (Tabela 4), calcula-se então que 0,49 kg de PB são necessárias para manutenção, o que sobriaria 1,78 kg de PB para produção de leite. Desta forma, teríamos proteína suficiente para produção de 22,25 kg/dia de leite. Com relação ao consumo de energia, assumindo-se que a forragem tenha 55% de NDT (BENETT et al., 2008) e o concentrado 80 % (Tabela 1) haverá 8,15 kg de NDT nos 13,90 kg de matéria seca total. Considerando-se ainda que as



necessidades de manutenção sejam de 3,92 kg (0,8 kg/100 kg de peso corporal) restariam 4,23 kg de NDT para produção de leite, o que equivale a uma produção de 13,22 kg de leite (0,32 kg NDT/kg de leite) (DERESZ & MOZZER, 1994).

Assim, podemos inferir que apesar da suplementação realizada, de dois quilos de concentrado por animal por dia, o consumo de energia pode ter limitado a produção de leite. De forma que o teor de proteína e energia devem ser adequados para a obtenção da máxima produção, visto que, um excessivo consumo de proteína, sem adequação energética, pode proporcionar significativo gasto energético pela perda de nitrogênio (RUSSEL et al., 1992). No entanto, o potencial genético das vacas utilizadas no experimento também podem ter influenciado nos resultados obtidos no presente trabalho.

Contudo, a produção de leite em ambos os tratamentos pode ser considerada satisfatória, quando comparada com valores observados por Fukumoto et al. (2010) de 8,7 kg vaca/dia em pasto de capim-marandu quando manejado com período de ocupação de três dias e descanso de trinta dias.

A produção de leite por área foi influenciada ( $P < 0,05$ ) pelos intervalos de pastejo (Tabela 5), sendo observada maior produção no IPV. O critério de IPV baseado na interceptação de 95% da radiação da fotossinteticamente ativa produziu 23,6 kg/ha de leite por dia a mais do que obtido sob critério de IPF de 30 dias. Logo, a produção de leite por área foi 67% maior no IPV, quando comparada à do IPF de 30 dias.

A maior produção de leite por área observada para o IPV pode ser atribuída ao menor intervalo médio de pastejo obtido para o IPV (22,8 dias) em comparação ao IPF (30 dias). Os animais sob o critério de IPV não realizavam o pastejo em toda a área experimental, considerando que, o primeiro piquete já se encontrava adequado para o pastejo antes dos animais realizarem o pastejo nos demais. Logo, os animais do IPV utilizaram uma menor área de pasto, fato que contribui para maior produção de leite por área, o que pode ser de grande relevância por reduzir a necessidade de área de implantação da pastagem.

O benefício do critério de IPV baseado na interceptação de 95% da radiação da fotossinteticamente ativa, em comparação ao IPF de 26 dias, sobre a produção de leite por área, também foi relatado por Voltolini et al. (2010b) para o capim-elefante. A produção de leite por área foi 34% maior na frequência de pastejo baseada no IPV, quando comparada ao IPF de 26 dias, sendo esse fato atribuído à taxa de lotação 30% superior, encontrada no IPV baseado na interceptação de 95% da radiação da fotossinteticamente ativa. Voltolini et al. (2010b) avaliaram dois intervalos de pastejo em pastagem de capim-elefante, encontrando maior taxa de lotação e produção de leite/ha na área manejada com intervalo de pastejo conforme a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa de 95% em relação à área com IPF de 26 dias, evidenciando que a forma de manejo com base em dias fixos é menos eficiente no controle das características do pasto e na produção de leite do que naquela baseada na interceptação da radiação fotossinteticamente ativa de 95%.

A taxa de lotação foi influenciada ( $P < 0,05$ ) pelo intervalo de pastejo (Tabela 5). A maior taxa de lotação foi registrada no critério de IPV, a justificativa para essa maior taxa de lotação foi o menor intervalo de pastejo desse critério durante os ciclos pastejo, fato que tornou necessária a utilização dos animais extras para pastejarem os piquetes durante esses ciclos.

A taxa de lotação observado nesse experimento para o IPF é igual à relatada por Fukumoto et al. (2010) para o capim-marandu. O autor relatou taxa de lotação média de 5 UA/ha no período de janeiro a junho de 2005, em pastos manejados com 30 dias de descanso.

A composição do leite não foi influenciada ( $P > 0,05$ ) por ambos os critérios de intervalo de pastejo (Tabela 5) apesar do critério de IPV ter proporcionado maior valor nutritivo (Tabela 2) devido alterações na composição morfológica e estrutural do pasto de capim-marandu (ANJOS,

2012; ANJOS et al., 2012a; ANJOS et al., 2012b), as quais podem promover diferenças na composição do leite.

A literatura nacional revela ausência de efeito dos intervalos de pastejo sobre a composição de leite, conforme observado por Deresz (2001) ao trabalhar com intervalos de pastejo de 30, 36 e 45 dias; Carvalho et al. (2005) com 30 e 24 dias e Voltolini et al. (2010b) com 26 e 19 dias.

#### **4 CONCLUSÕES**

O pasto de capim-marandu manejado quando 95% da luz incidente são interceptados pelo dossel apresentam melhor valor nutritivo, maior taxa de lotação e produção de leite por área do que o pasto manejado com intervalo de pastejo fixo de 30 dias.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, C.A.M.; CÂNDIDO, M.J.D. et al. Período de descanso, características estruturais do dossel e ganho de peso vivo de novilhos em pastagem de capim-mombaça sob lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2174-2184, 2005 (supl.).
- ANJOS, A.J. **Massa de forragem, características estruturais e produção de leite em capim-marandu sob lotação intermitente com período de descanso fixo ou variável**. 2012. 66p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.
- ANJOS, A.J.; GOMIDE, C.A.M.; RIBEIRO, K.G. et al. Produção e composição morfológica do capim-marandu sob lotação intermitente com período de descanso variável ou fixo. In: 49ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2012, Brasília-DF. **Anais...** Brasília-DF: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2012a.
- ANJOS, A.J.; RIBEIRO, K.G.; GOMIDE, C.A.M. et al. Características estruturais do dossel de Capim-marandu sob lotação intermitente com período de descanso variável ou fixo. In: 49ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2012, Brasília-DF. **Anais...** Brasília-DF: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2012b.
- 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.
- BALSALOBRE, M.A.A. **Desempenho de vacas em lactação sob pastejo rotacionado de capim-elfante (*Pennisetum purpureum* Schum.)** 1996. 139p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2002.
- BALSALOBRE, M.A.A. **Valor alimentar do capim Tanzânia irrigado**. 2002. 113p. Tese (Doutorado em Produção Animal), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2002.
- BARROS, L.V.; SILVA, A.G.; BENEDETI, P.D.B. Avaliação do dióxido de titânio em amostras fecais. In: DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. **Métodos para análises de alimentos**, Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012. p.205-214.
- BENETT, C.G.S.; BUZETTI, S.; SILVA, K.S. et al. Produtividade e composição Bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.5, p.1629-1636, 2008.
- CÂNDIDO, M.J.D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, C.A.M. et al. Período de descanso, valor nutritivo e desempenho animal em pastagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1459-1467, 2005a.
- CÂNDIDO, M.J.D.; GOMIDE, C.A.M.; ALEXANDRINO, E. Morfofisiologia do dossel de *Panicum maximum* cv. mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.406-415, 2005b.
- CÂNDIDO, M.J.D.; SILVA, R.G.; NEIVA, J.N.M. et al. Fluxo de biomassa em capim-tanzânia pastejado por ovinos sob três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2234-2242, 2006.

- CARARETO, R. **Uso de uréia de liberação lenta para vacas alimentadas com silagem de milho ou pastagens de capim Elefante manejadas com intervalos fixos ou variáveis de desfolha.** 2007. 117p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2007.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O. et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v.40, n.1, 165-176, 2006.
- CARVALHO, C.A.B.; DERESZ, F.; ROSSIELLO, R.O.P. et al. Influência de intervalos de desfolha e de alturas do resíduo pós-pastejo sobre a produção e a composição da forragem e do leite em pastagens de capim-elefante. **Boletim da Indústria Animal**, v.62, n.3, p.177-188, 2005.
- COSTA, F.P.; CORRÊA, E.S.; MELO FILHO, G.A. et al. Avaliação dos impactos econômicos de quatro forrageiras lançadas pela Embrapa. Dados eletrônicos – Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2013. 26p. Disponível em:<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/DOC174.pdf>.
- DA SILVA, S.C. Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. In: **Pereira, O.G. et al. (Ed.) II Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem.** Viçosa, UFV, p.347-386, 2004.
- DERESZ, F. Influência do período de descanso da pastagem de capim-elefante na produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.461-469, 2001.
- DERESZ, F.; MOZZER, O.L. Produção de leite em pastagem de capim-elefante. In: **CAPIM-ELEFANTE: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO**, 1., 1990, Coronel Pacheco. **Anais...** Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p.194-215.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. Brasília: EMBRAPA PRODUÇÃO DE INFORMAÇÃO/ EMBRAPA SOLOS, 1999. 412p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Classificação de Solos. **Levantamento semi-detalhado de solos da área do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite.** Rio de Janeiro: EMBRAPA./SNLCS, 1980. 252p. (Boletim Técnico, 76).
- FUKUMOTO, N.M.; DAMASCENO, J.C.; DERESZ, F. et al. Produção e composição do leite, consumo de matéria seca e taxa de lotação em pastagens de gramíneas tropicais manejadas sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1548-1557, 2010.
- HODGSON, J. **Grazing Management: Science into practice.** Longman Handbooks in Agriculture: Longman Group, 1990. 200p.
- JORDÃO, A.R. **Estrutura e composição morfológica de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu manejadas sob intervalos entre desfolhas fixo e variável.** 2010. 44p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2010.
- LICITRA G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996
- LITTEL, R.C.; PENDERGAST, J.; NATARAJAN, R. Modelling covariance structure in the analysis of repeated measures data. **Statistics in Medicine**, v.19, p.1793-1819, 2000.
- LOPES, F.C.F.; AROEIRA, L.J.M.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Efeito da suplementação e do intervalo de pastejo sobre a qualidade da forragem e consumo voluntário de vacas Holandês × Zebu

em lactação em pastagem de capim-elefante. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.3, p.355-362, 2004.

MACHADO, L.A.Z.; FABRÍCIO, A.C.; ASSIS, P.G.G. et al. Estrutura do dossel em pastagens de capim-marandu submetidas a quatro ofertas de lâminas foliares. **Pesquisa Agropecuária Brasileiras**, v.42, n.10, p.1495-1501, 2007.

MALAFAIA, P.A.M.; VIEIRA, R.A.M. Técnicas de determinação e avaliação dos compostos nitrogenados em alimentos para ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 1997, Lavras. **Anais...** Lavras: 1997, p.29.

MARASCHIN, G.E. Sistemas de pastejo 1. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds) **Pastagens: Fundamentos da Exploração Racional**. Piracicaba: FEALQ, 1994. p.337-376.

MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: 29<sup>a</sup> REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p.188-219.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JÚNIOR, G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; DA SILVA, S.C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.2, p.281-287, 2007.

RUIZ, T.M.; BERNAL, E.; STAPLES, C.R. et al. Effect of dairy neutral detergent fiber concentration and forage source on performance of lactating cows. **Journal of Animal Science**, v. 70, n.1, p.305-309. 1995.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal Animal Science**, v.70, n.12, p.3551-3561, 1992.

SARMENTO, D.O.L. **Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim Marandu submetido a regime de lotação contínua**. 2003. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2003. 76p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2003.

SARMENTO, D.O.L. **Produção, composição morfológica e valor nutritivo da forragem em pastos de *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf. cv Marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte**. 2007. 144 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2007.

SAS. 2000. Statistical Analysis System Institute Inc. SAS/STAT. **User's guide statistics**, versão 9.0, vol. I. SAS Institute, Inc. Cary NC.

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

SKLAN, D.; ASHKENNAZI, R.; BRAUN, A. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.9, p.2463-2472, 1992.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage digestibility. **Journal of British Grassland Society**, v.18, p.104-11, 1963.

VOLTOLINI, T.V.; SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C. et al. Características produtivas e qualitativas do capim-elefante pastejado em intervalo fixo ou variável de acordo com a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.1002-1010, 2010a.

VOLTOLINI, T.V.; SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C. et al. Produção e composição do leite de vacas mantidas em pastagens de capim-elefante submetidas a duas frequências de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.121-127, 2010b.

WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; PIERRE, N.R.S. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science Technology**, v.39, p.95-110, 1992.

WOLFINGER, R. Covariance structure selection in general mixed models. **Communication in Statistics**, v.22, p.1079-1106, 1993.

## **CAPÍTULO II**

### **INDICADORES EXTERNOS NA ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO FECAL E CONSUMO DE MATÉRIA SECA POR VACAS MISTIÇAS MANEJADAS EM PASTOS DE CAPIM-MARANDU**



## RESUMO

MADEIRO, Afranio Silva. **Indicadores externos na estimativa da produção fecal e consumo de matéria seca por vacas mestiças manejadas em pastos de capim-marandu.** 2014. 62p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

Objetivou-se com este trabalho estimar a produção fecal e consumo voluntário de vacas em lactação em pasto de capim-marandu, por meio de metodologia indireta, utilizando os indicadores externos dióxido de titânio e a LIPE<sup>®</sup> 3 e 6 dias. Dezesesseis vacas em lactação, com peso corporal médio de 494,5 kg, foram distribuídos num delineamento experimental de blocos completos, sendo manejadas em pastagem de capim-marandu sob lotação rotacionada. O indicador dióxido de titânio foi administrado na dosagem diária de 10 g/animal/dia, envolvido em cápsulas de papel e administrado por via oral, logo após as ordenhas da manhã e tarde, fornecidas em duas doses diárias de 5,0 g para cada animal durante 12 dias, sendo seis dias de adaptação e seis dias de coleta de fezes. Já o indicador LIPE<sup>®</sup> foi administrado na forma de cápsulas de gelatina na dosagem diária de 500mg/animal, fornecida uma única vez por dia a cada animal durante um período de adaptação de dois dias, sendo realizados dois períodos de coleta de fezes, de três e seis dias. Não foi observada diferença ( $P>0,05$ ) nas estimativas da produção fecal (kg/dia de matéria seca) e do consumo de matéria seca por meio dos indicadores externos dióxido de titânio ( $TiO_2$ ) e LIPE<sup>®</sup> 3 dias e 6 dias.

**Palavras-chave:** *Brachiaria*. Indicador externo. Lotação rotacionada. Pastagem.

## ABSTRACT

MADEIRO, Afranio Silva. **External indicators to estimate faecal output and dry matter intake by crossbred cows grazing pastures Marandu grass.** 2014. 62p. Thesis (Doctor Science in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

This work aimed to estimate fecal output, and voluntary intake of dairy cows on pasture Marandu grass through indirect method, using external indicators titanium dioxide and LIPE<sup>®</sup> 3 and 6 days. Sixteen dairy cows with average body weight of 494.5 kg, were distributed in a randomized complete block design, with managed grazing Marandu grass under rotational stocking. The titanium dioxide indicator was administered at daily dosage of 10 g/animal/day, wrapped in paper and capsules administered orally immediately after milking in the morning and afternoon given in two daily doses of 5.0 g to each animal for 12 days, with six days of adaptation and six days of feces collection. Already LIPE<sup>®</sup> indicator was administered as gelatin capsules in daily dosage 500mg/animal, provided only once per day for each animal over a period of adaptation of two days, and two periods of collection of feces, of the three and six days. No difference ( $P>0.05$ ) was observed in estimates of fecal output (kg/day of dry matter) and dry matter intake by means of titanium dioxide ( $\text{TiO}_2$ ) and LIPE<sup>®</sup> 3 and 6 days external indicators.

**Keywords:** *Brachiaria*. External marker. Pasture. Rotational grazing.

## 1 INTRODUÇÃO

Em condição de pastejo, a predição da ingestão de matéria seca por ruminantes é extremamente importante e difícil, devido às interações que ocorrem entre o animal e o ambiente de pastejo, o que dificulta sua estimativa individual, influenciado negativamente o avanço de pesquisas que aperfeiçoem o sistema de produção. Sendo assim, o consumo voluntário de animais sob condições de pastejo é um componente chave no desenvolvimento de rações e estratégias de alimentação para obter a máxima rentabilidade dos sistemas de produção animal (MADEIRO et al., 2013).

Uma das formas de se estimar o consumo de pasto é a partir da produção fecal que pode ser mensurada por coleta total de fezes, realizada por meio de bolsas coletoras adaptadas aos animais. No entanto, além de interferir no comportamento ingestivo do animal sob pastejo, tal procedimento é, por demais, laborioso. Outra forma para estimar a produção fecal é a indireta, pela utilização de indicadores externos ministrados aos animais.

Logo, a condição de aplicação dos indicadores externos consiste em detectar e quantificar a sua concentração nas fezes. Ao relacionar matematicamente a concentração dos indicadores nas fezes com a concentração ou quantidade ingerida pelo animal, encontram-se resultados semelhantes e confiáveis, em comparação com o método de coleta total.

Para que uma substância seja empregada como indicador, o mesmo deve apresentar determinadas propriedades. Um indicador ideal deve 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, não influenciar a microbiota do trato digestivo, possuir método específico e sensível de determinação e ser barato. De acordo Owens & Hanson (1992) nenhum indicador consegue atender a todos estes critérios, mas o grau tolerável de erros difere de acordo com a variável a ser medida, não devendo assim ser utilizado para fins diversos.

Contudo, indicadores externos têm sido usados atualmente na experimentação com ruminantes. Os resultados variáveis podem ser devidos à falta de padronização das metodologias e das análises de determinação, tipo da dieta empregada no ensaio, ou ainda inadequação do indicador ao propósito pretendido.

Para se conhecer a confiabilidade de um indicador é necessário que sejam feitos ensaios comparando os resultados obtidos pelo indicador com aqueles obtidos com a coleta total de fezes. Embora seja extensa a utilização de indicadores para estimação da excreção fecal, poucos estudos têm verificado a acurácia de tais estimativas, o que torna necessário a comparação da coleta total de fezes com as estimativas (MORAES, 2007).

Entre os indicadores externos disponíveis, o óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) tem sido o mais utilizado, na estimativa da produção fecal, devido à sua facilidade de incorporação às dietas, ao seu custo relativamente baixo e simplicidade de análise.

Titgemeyer (1997) observou que a recuperação fecal de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  não foi completa, enquanto que Paixão (2004), de forma contrária, observou total recuperação do indicador independentemente do número de dias de coleta de fezes. Portanto, são observados resultados contraditórios na literatura.

Entretanto, Titgemeyer et al. (2001) ressaltaram que o  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  não é aprovado pelo Food and Drug Administration (FDA) como aditivo alimentar. Neste contexto, o dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) surge como alternativa ao  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  como indicador em estudos de digestão, podendo ser adicionado legalmente ao alimento em quantidades que não excedam 1,0% do produto final.

Por outro lado, a Universidade Federal de Minas Gerais desenvolveu a LIPE® (lignina de madeira moída extraída do *Eucalyptus grandis*) que é um hidroxifenil propanomodificado e

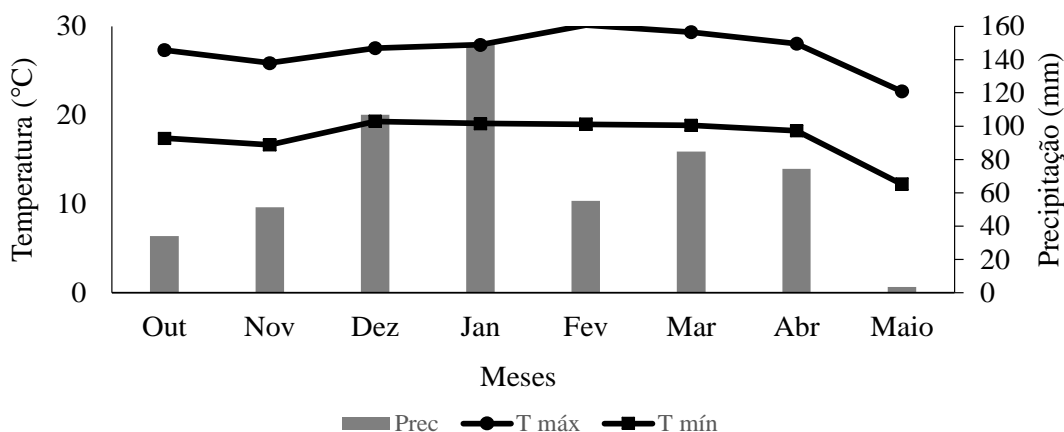
enriquecido, sendo um indicador de digestibilidade e consumo (SALIBA, 2005). A degradação da lignina é um processo oxigênio-dependente, o que impossibilita a sua ocorrência no rúmen, tornando-a capaz de ser usada com sucesso como indicador (SALIBA et al., 2003).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho estimar a produção fecal e consumo voluntário de vacas em lactação em pasto de capim-marandu, por meio de metodologia indireta, utilizando os indicadores externos dióxido de titânio e a LIPE<sup>®</sup>.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de fevereiro a março de 2012, no Campo Experimental José Henrique Bruschi (CEJHB), pertencente à Embrapa Gado de Leite, situado a 410 metros de altitude no município de Coronel Pacheco, na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais. As coordenadas geográficas do local são 21°33' de latitude Sul e 43°16' de longitude Oeste. O clima da região, segundo Koppen, é do tipo Cwa (mesotérmico), com verão chuvoso e inverno seco, entre os meses de junho a setembro (EMBRAPA, 1980).

As variáveis climáticas observadas durante os períodos de avaliação, obtidas na estação meteorológica automática do CEJHB localizada a, aproximadamente, 200 metros de distância do local do experimento são apresentadas nas Figuras 1. O relevo da área experimental pode ser considerado como suave a moderadamente ondulado e o solo classificado como Neossolo Flúvico Distrófico (EMBRAPA, 1999), com horizonte A moderado e textura variando de argilosa a muito argilosa.



**Figura 1.** Variáveis climáticas observadas durante o período experimental.

O estabelecimento da área total da pastagem ocorreu em períodos diferentes: uma parte foi estabelecida no ano de 2003; e a parte restante, no ano de 2008. Esse estabelecimento em anos diferentes foi realizado para complementar a área total necessária para realização do experimento, sendo que, em períodos anteriores, outros experimentos já haviam sido conduzidos na área.

Desde novembro de 2010, os pastos vinham sendo manejados. Durante a estação chuvosa, o manejo era realizado conforme os critérios de intervalo de pastejo baseado na interceptação de 95% da radiação fotossinteticamente ativa e intervalo de pastejo fixo de trinta dias, almejando-se que a altura de resíduo pós-pastejo fosse de 25 cm. A fim de se manter a altura de resíduo pós-pastejo próxima de 25 cm, durante a estação da seca, os animais eram mantidos nos piquetes durante as noites.

Antes de iniciar a fase experimental foi realizado um pastejo de condicionamento durante o período de 18 de outubro de 2011 a 19 de novembro de 2011. O pasto foi manejado piquete a piquete para o estabelecimento da altura de resíduo pós-pastejo de 25 cm. Esse manejo foi feito utilizando-se vacas Holandês x Gir com peso vivo médio de 450 kg, as quais permaneceram em cada piquete por três dias, de forma a assegurar um gradiente de rebrota entre os mesmos.

Nos pastos manejados com intervalo de pastejo, de acordo com a interceptação de 95% da radiação fotossinteticamente ativa, as avaliações referentes a qualidade do pasto tiveram início no dia 17 de novembro de 2011, enquanto nos pastos com período de descanso fixo as avaliações foram iniciadas a partir do dia 20 de novembro do mesmo ano. Daí em diante foram utilizadas 16 vacas Holandês x Gir recém-paridas (animais experimentais), selecionadas em função da produção de leite, número de lactações, peso corporal e grupo genético. O valor nutritivo do pasto de capim-marandu, que os animais tiveram acesso encontra-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Valor nutritivo do capim-marandu em resposta a duas estratégias de desfolhação.

Item <sup>1</sup>	Intervalos de pastejo	
	Fixo	Variável
Matéria seca (%)	15,9	16,2
Proteína bruta (%MS)	15,0	16,9
Fibra em detergente neutro (%MS)	68,2	66,6
Fibra em detergente ácido (%MS)	33,3	32,6
Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (%)	62,2	63,5

Durante o período de espera para ordenha, as vacas tiveram acesso à água e mistura mineral, e no momento da ordenha receberam 2 kg/dia de concentrado (metade em cada ordenha), cuja a composição está apresentada na tabela 2.

**Tabela 2.** Composição nutricional do suplemento concentrado no período experimental.

Item	Teor
Matéria seca (%)	90,6
Matéria mineral (%MS)	8,7
Proteína bruta (%MS)	22,5
Fibra em detergente neutro (%MS)	13,6
Fibra em detergente ácido (%MS)	5,3
Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (%)	88,6
Nutrientes digestíveis totais <sup>1</sup> (%MS)	80,0

<sup>1</sup>Weiss et al. (1992).

Durante o período experimental, o pasto foi adubado com o equivalente a 50 kg/ha de nitrogênio e de K<sub>2</sub>O e 12,5 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por meio da formulação 20-05-20 de N-P-K, sempre que os animais saíam dos piquetes.

Para o monitoramento da interceptação luminosa pelo dossel forrageiro, foi utilizado o analisador de dossel AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, Modelo LP-80 (DECAGON Devices). As avaliações constituíram de leituras realizadas semanalmente em dez pontos representativos da altura média do dossel de cada piquete, durante o período de rebrota. As leituras foram realizadas em todas as unidades experimentais do tratamento com intervalo de pastejo variável conforme a interceptação de 95% da radiação fotossinteticamente ativa e, no mínimo, em duas unidades experimentais do tratamento com intervalo de pastejo fixo de 30 dias, por ciclo de pastejo.

A altura do dossel forrageiro foi medida antes da entrada dos animais no piquete (pré-pastejo) e depois de sua saída (pós-pastejo). Para determinação de tal característica, foi utilizada régua cilíndrica, graduada em centímetros, sendo medidos quarenta pontos aleatórios por piquete e,

posteriormente, calculada a altura média. A altura do dossel em cada ponto correspondeu à altura desde o nível do solo até o horizonte de curvatura das folhas superiores.

Para estimativa a produção fecal foram utilizados os indicadores externos dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) e a LIPE<sup>®</sup> (lignina isolada, purificada e enriquecida do *Eucalyptus grandis*). O indicador dióxido de titânio foi administrado na dosagem diária de 10 g/animal/dia, envolvido em cápsulas de papel e administrado por via oral, logo após as ordenhas da manhã e tarde, fornecidas em duas doses diárias de 5,0 g para cada animal durante 12 dias, sendo seis dias de adaptação e seis dias de coleta de fezes. Já o indicador LIPE<sup>®</sup> foi administrado na forma de cápsulas de gelatina na dosagem diária de 500mg/animal, fornecida uma única vez por dia a cada animal durante um período de adaptação de dois, sendo realizados dois períodos de coleta de fezes, de três e seis dias. Os indicadores foram fornecidos diretamente na boca dos animais com auxílio de um cano de PVC.

As fezes foram coletadas duas vezes ao dia, diretamente da ampola retal das vacas, sempre após os horários das ordenhas da manhã e tarde.

As amostras foram armazenadas (-10°C) e, posteriormente, descongeladas em temperatura ambiente para a realização de amostras compostas por vaca (base matéria natural), considerando um período de coleta de fezes (seis dias). Posteriormente, as amostras, correspondentes a cada animal, foram pré-secas em estufa de ventilação forçada (55°C; 72 h), moídas em moinho com peneira com 1 mm e armazenadas para posteriores análises laboratoriais.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG (Belo Horizonte, MG). A análise do indicador LIPE<sup>®</sup> foi feita por Espectroscopia no Infravermelho próximo em equipamento FTIV – 800 da Varian, segundo Saliba (1998) e Saliba (2001). Já a análise do indicador dióxido de titânio foi feita segundo Barros et al. (2012).

A produção fecal (PF) foi calculada usando a fórmula: PF = Cromo administrado diariamente (g/dia) / cromo existente na MS fecal (g/kg).

O consumo diário de MS (CMS) foi estimado conforme equação proposta por Astigarraga (1997):

$$\text{CMS (g/dia)} = \text{PF}/(1-(\text{DIVMS}/100)).$$

Em que PF = produção fecal e DIVMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca (TILLEY & TERRY, 1963).

Para avaliação da produção fecal e do consumo de matéria seca total, foram utilizadas dezesseis vacas Holandês x Gir recém-paridas, distribuídas num delineamento de blocos ao acaso, com três tratamentos e duas repetições.

Os resultados foram analisados como medidas repetidas no tempo utilizando-se o procedimento PROC MIXED (modelos mistos) do programa estatístico SAS<sup>®</sup> (*Statistical Analysis System*), versão 9.0 para Windows<sup>®</sup>. A comparação das médias foram feita por intermédio do teste t e comparadas ao nível de 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada diferença ( $P>0,05$ ) nas estimativas da produção fecal (kg/dia de matéria seca) e do consumo de matéria seca por meio dos indicadores externos dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) e LIPE<sup>®</sup> três dias e seis dias (Tabela 3).

**Tabela 3.** Produção fecal e consumo de matéria seca estimados por meio dos indicadores externos dióxido de titânio, LIPE<sup>®</sup> três dias e LIPE<sup>®</sup> seis dias.

Item <sup>1</sup>	Indicadores			Erro padrão
	TiO <sub>2</sub>	LIPE <sup>®</sup>		
		3 dias	6 dias	
Produção fecal (kg/dia)	4,41 <sup>a</sup>	4,60 <sup>a</sup>	4,55 <sup>a</sup>	0,05
Consumo de MS total (kg/dia)	13,43 <sup>a</sup>	13,94 <sup>a</sup>	13,80 <sup>a</sup>	0,14
Consumo de MS total (% PC)	2,66 <sup>a</sup>	2,76 <sup>a</sup>	2,73 <sup>a</sup>	0,28

<sup>1</sup>Médias na mesma linha seguidas pela mesma letra não diferem entre si ( $P>0,05$ ) pelo teste t; MS = Matéria seca; PC = Peso corporal.

Usando-se a equação proposta pelo NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC (2001), com base na inclusão de fatores associados ao animal, foi estimado valor de consumo de matéria seca pelas vacas experimentais de 15,17 kg/dia. De forma que, nas condições avaliadas neste estudo, a equação de predição do consumo de matéria seca proposta pelo NRC (2001) para vacas leiteiras resultou em valores superiores, 11,47; 9,03 e 8,10%, aos obtidos por meio dos indicadores externos, dióxido de titânio e LIPE<sup>®</sup> três e seis dias, respectivamente.

Apesar de não ter sido observada diferença ( $P>0,05$ ) entre os indicadores utilizados na estimativa da produção fecal e consumo de matéria seca, foi observada menor variação experimental (Tabela 4) para os dados estimados pela LIPE<sup>®</sup> seis dias, cujos desvios padrão e coeficientes de variação foram menores que os obtidos para a LIPE<sup>®</sup> três dias e dióxido de titânio.

A maior variação constatada da LIPE<sup>®</sup> três dias em relação à LIPE<sup>®</sup> seis dias pode estar relacionada ao período de coleta utilizado, de forma que, a coleta por seis dias pode ter representando melhor a excreção do indicador.

**Tabela 4.** Desvio padrão e coeficientes de variação para a produção fecal e consumo de matéria seca total, estimados pelos indicadores dióxido de titânio, LIPE<sup>®</sup> três dias e LIPE<sup>®</sup> seis dias.

Item <sup>1</sup>	Indicadores		
	TiO <sub>2</sub>	LIPE <sup>®</sup> 3 dias	LIPE <sup>®</sup> 6 dias
		Produção fecal	
Número de observações	32	32	32
Média (kg/dia)	4,41	4,60	4,55
Desvio padrão	0,64	0,39	0,34
Coeficiente de variação (%)	14,48	8,38	7,46
Consumo de matéria seca total			
Número de observações	32	32	32
Média (kg/dia)	13,43	13,94	13,80
Desvio padrão	1,61	0,99	0,83
Coeficiente de variação (%)	11,97	7,13	5,98



Contudo, é importante ressaltar que o uso da LIPE<sup>®</sup> permite período de adaptação de apenas dois dias, com período experimental para coleta de fezes podendo variar de três a seis dias, sendo indicado, entretanto, somente um dia para coleta de fezes (SALIBA, 2005). De forma que, o uso da LIPE<sup>®</sup> pode proporcionar redução no estresse dos animais, visto o menor número de vezes necessárias para a contenção dos animais para o fornecimento do indicador.

O estresse causado pela contenção dos animais para o fornecimento do indicador pode alterar o comportamento de pastejo, o consumo e, conseqüentemente, a excreção fecal. A partir desse argumento, especula-se que o nível de interferência pode ser um elemento significativo no comportamento de consumo; assim, a redução do período de adaptação, número de dias de coleta de fezes e número de dosagens diárias podem fornecer um valor de consumo mais próximo ao real, devido ao menor distúrbio do comportamento de pastejo. Além disso, o protocolo da LIPE<sup>®</sup> resulta em menores quantidades de amostras a serem manuseadas e analisadas e torna os ensaios dessa natureza menos trabalhoso. Porém, atribui-se como limitante da adoção da LIPE<sup>®</sup> como indicador externo na experimentação animal, a sua aquisição e análise, que são dependentes de um único laboratório.

Diferentes autores demonstraram que o dióxido de titânio pode ser utilizado como indicador externo na estimativa do consumo em bovinos (TITGEMEYER et al., 2001; FERREIRA et al., 2009a) e ovinos (MYERS et al., 2006). O dióxido de titânio apresenta como vantagens: a facilidade de incorporação à ração, o baixo custo em relação a outros indicadores externos e método de quantificação relativamente simples (BARROS et al., 2012).

Contudo, entre os indicadores externos disponíveis, o óxido crômico (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) tem sido o mais utilizado, principalmente para cálculo da produção fecal, também devido à sua facilidade de incorporação às dietas, ao seu custo relativamente baixo e simplicidade de análise.

Entretanto, Titgemeyer et al. (2001) ressaltaram que o óxido crômico não é aprovado pela Food and Drug Administration (FDA) como aditivo alimentar por ser um produto cancerígeno. Neste contexto, o dióxido de titânio surge como alternativa ao óxido crômico em estudos de nutrição, podendo ser adicionado legalmente ao alimento em quantidades que não excedam 1,0% do produto final.

Titgemeyer et al. (2001) compararam as recuperações fecais em novilhos, utilizando o TiO<sub>2</sub> ou o Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> em diferentes períodos de coleta. Os indicadores foram misturados aos concentrados à base de milho. Observou-se que as recuperações fecais do TiO<sub>2</sub> e do Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> foram baixas durante o primeiro período de coleta de fezes (2 a 6 dias após a aplicação do indicador) e não diferiram entre si nos outros três períodos de coletas, que foram de 7 a 11; 12 a 16; e 17 a 21 dias após o início do fornecimento dos indicadores.

Os dados de produção fecal obtidos nesse trabalho estão de acordo com os obtidos por Marcondes et al. (2008), que utilizaram os indicadores externos óxido crômico, dióxido de titânio e a LIPE<sup>®</sup> e não observaram diferença (P<0,05) entre eles e a coleta total. Também analisaram dias de coleta (3 e 5 dias) e também não observaram diferença (P<0,05) entre os mesmos. Fato este importante, pois possibilita diminuir o número de coletas amostrais, reduzindo custos do ensaio experimental.

Oliveira et al. (2005) compararam o LIPE<sup>®</sup> e o óxido crômico em bovinos Nelore fistulados no esôfago, nas estimativas de excreção fecal e consumo voluntário em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, comparando ainda diferentes períodos de adaptação para os dois indicadores, (três e sete dias), também não encontraram diferenças nas estimativas de excreção fecal entre os dois indicadores utilizados. Os valores de consumo estimados de matéria seca foram de 2,12; 2,09; 2,16 e 2,10 % do peso corporal para os tratamentos com óxido crômico ou LIPE<sup>®</sup> para três ou sete dias, respectivamente, não se observando diferenças estatísticas entre os mesmos

( $P>0,05$ ). Quanto aos períodos de adaptação, três dias foram suficientes para estabilizar a concentração dos indicadores nas fezes dos animais.

Ferreira et al. (2009b) estimaram a produção fecal de novilhas mestiças manejadas em confinamento, utilizando os indicadores externos LIPE<sup>®</sup> e óxido crômico, e dois períodos de coletas de fezes (três e cinco dias). Esses autores não observaram diferenças nas produções fecais estimadas pelos indicadores em comparação à mensurada por coleta total, bem como não houve efeito dos períodos de coletas de fezes. Segundo Ferreira et al. (2009b) este resultado pode ser importante para a estimativa do consumo em condições de pasto, pois a produção fecal se manteve semelhante durante os dias das coletas. Trabalhando com a LIPE<sup>®</sup> Saliba et al. (2011) relataram que três dias de coleta de fezes foram suficientes para estimar a produção fecal em ovinos alojados em gaiolas metabólicas.

Figueiredo (2011) avaliou os indicadores externos óxido crômico, dióxido de titânio e LIPE<sup>®</sup> em ovinos, para estimativa do consumo e produção fecal. Este autor observou que houve diferença significativa ( $P<0,05$ ) para a estimativa de produção fecal estimada pelos indicadores avaliados. Os indicadores externos óxido crômico e LIPE<sup>®</sup> apresentaram resultados semelhantes ( $P>0,05$ ) aos obtidos com a coleta total de fezes na estimativa de produção fecal. Já o valor médio de recuperação fecal, obtido por meio do dióxido de titânio, diferiu ( $P>0,05$ ) do valor encontrado na coleta total de fezes (154,33 e 100 %, respectivamente), superestimando dessa forma, a produção fecal. De forma que, o indicador dióxido de titânio mostrou-se ineficiente na estimativa da produção fecal pelo fato de ter superestimado a produção fecal, quando comparado à coleta total de fezes e LIPE<sup>®</sup>.

#### **4 CONCLUSÕES**

A estimativa da produção fecal e do consumo de matéria seca total não apresentaram diferenças significativas em relação aos indicadores dióxido de titânio e LIPE<sup>®</sup>, ficando à critério do pesquisador a escolha dos mesmos.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- BARROS, L.V.; SILVA, A.G.; BENEDETI, P.D.B. Avaliação do dióxido de titânio em amostras fecais. In: DETMANN, E.; SOUZA, M.A; VALADARES FILHO, S.C. et al. **Métodos para análises de alimentos**, Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012. p.205-214.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. Brasília: EMBRAPA PRODUÇÃO DE INFORMAÇÃO/ EMBRAPA SOLOS, 1999. 412p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Classificação de Solos. **Levantamento semi-detalhado de solos da área do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite**. Rio de Janeiro: EMBRAPA./SNLCS, 1980. 252p. (Boletim Técnico, 76).
- FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I. et al. Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1568-1573, 2009b.
- FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, L.F.C. et al. Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: estimativa de consumo de concentrado e de silagem de milho por vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1574-1580, 2009a
- FIGUEIREDO, M.R.P. **Indicadores Externos de Digestibilidade Aparente em Ovinos**. 2011. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2011.
- MADEIRO, A.S; MORENZ, M.J.F.; GOMIDE, C.A.M. Indicadores internos na estimativa do consumo de forragem por vacas em lactação em pastos de capim-marandu sob duas intensidades de pastejo. In: 7ª FÓRUM DA PÓS-GRADUAÇÃO, 2012, Seropédica. **Anais...** Seropédica: Fórum da Pós-Graduação, 2012.
- MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R. Consumo e desempenho de animais alimentados individualmente ou em grupo e características de carcaça de animais Nelore de três classes sexuais, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.12, p.2243-2250, 2008.
- MORAES, S.A. **Subprodutos da agroindústria e indicadores externos de digestibilidade aparente em caprinos**. 2007, 57p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007.
- MYERS, W.D.; LUDDEN, P.A.; NAYIGIHUGU, V. et al. Excretion patterns of titanium dioxide and chromic oxide in duodenal digesta and feces of ewes. **Small Ruminant Research**, v.63, p.135–141, 2006.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington D.C.: National Academy Press, 2001. 289p.
- OLIVEIRA, L.O.F.; SALIBA, E.O.S.; BORGES, I. et al. Concentração de óxido crômico e LIPE® nas fezes de bovinos em pastagem de *Brachiaria brizantha* utilizadas nas estimativas de consumo. In: 42ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2005, Goiania. **Anais...** Goiania: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005.
- 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, p.2605-2617, 1992.

- PAIXÃO, M.L. **Uréia em dietas para bovinos em confinamento: desempenho, consumo, digestibilidade, parâmetros ruminais e variação diária na excreção de indicadores**. 2004. 62p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2004.
- SALIBA E.O.S. Uso de indicadores: passado, presente e futuro. In: 1ª TELECONFERÊNCIA SOBRE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 2005, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Escola de Veterinária de Belo Horizonte, 2005, 45p.
- SALIBA E.O.S.; RODRIGUES, N.M.; PILÓ-VELOSOS, D. et al. Purified lignin extracted from *Eucalyptus grandis* (PELI), used as an external marker in digestibility trials in various animal species. In: IX WCAP, WVIII Reunião da ALPA, 2003, Porto Alegre, **Proceedings...** Porto Alegre, 2003.
- 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**. 1998. 251p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1998.
- SALIBA, E.O.S.; COLODO, J.C.N.; FARIA JÚNIOR, W.G. et al. Avaliação da metodologia de coleta para o indicador LIPE®. In: 48ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2011, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2011.
- SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; MORAIS, S.A.L. et al. Ligninas – Métodos de obtenção e caracterização química. **Ciência Rural**, v.31, n.5, p.917-928, 2001.
- SAS. 2000. Statistical Analysis System Institute Inc. SAS/STAT. **User's guide statistics**, versão 9.0, vol. I. SAS Institute, Inc. Cary NC.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage digestibility. **Journal of British Grassland Society**, v.18, p.104-11, 1963.
- TITGEMEYER, E. C. Design and interpretation of nutrient digestion studies. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2235–2247, 1997.
- TITGEMEYER, E.C.; ARMENDARIZ, C.K.; BINDEL, D.J. et al. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**, v.79, n.4 p.1059-1063, 2001.
- WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; PIERRE, N.R.S. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science Technology**, v.39, p.95-110, 1992.

## CONCLUSÕES GERAIS

Em sistemas de lotação rotacionada com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu o intervalo de pastejo com base na interceptação de 95% da radiação fotossinteticamente ativa permite a reutilização em menor tempo da área da pastagem, fato que favorece o componente morfológico de alto valor nutritivo e proporciona maior taxa de lotação e produção de leite por área.