UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

CESAR OLIVEIRA ROCHA

Produção de bovinos de corte suplementados em pastos vedados

Pirassununga

2018

CESAR OLIVEIRA ROCHA

Produção de bovinos de corte suplementados em pastos vedados

(Versão corrigida)

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências do programa de pós-graduação em Zootecnia.

Área de concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientador: Prof. Dr. Valdo Rodrigues Herling

Pirassununga

2018

Ficha catalográfica elaborada pelo
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

RC415p Rocha, Cesar Oliveira
 Produção de bovinos de corte suplementados em
pastos vedados / Cesar Oliveira Rocha ; orientador
Valdo Rodrigues Herling. -- Pirassununga, 2018.
130p.

 Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia
de Alimentos, Universidade de São Paulo.

 1. desempenho. 2. diferimento. 3. forragem. 4.
produtividade. 5. suplementação. I. Herling, Valdo
Rodrigues, orient. II. Título.

NOME: ROCHA, Cesar Oliveira

TÍTULO: Produção de bovinos de corte suplementados em pastos vedados

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências do programa de pós-graduação em Zootecnia.

Área de concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. Valdo Rodrigues Herling Instituição: FZEA/USP - Pirassununga

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Aos meus pais,

Juvanio Magalhães Rocha

Jacira Oliveira Rocha,

que estiveram comigo desde sempre, me apoiando,
ajudando e, principalmente, me fazendo acreditar... seus
espíritos aguerridos me impulsiona !

aos meus irmãos,

Carla Oliveira Rocha

Lucas Oliveira Rocha

dedico

Oh **DEUS!** DEUS PAI todo poderoso, criador dos céus e da terra, em nome de CRISTO JESUS teu filho... hoje encurvo meu semblante e te rendo glórias, PAI eterno. Te rendo glórias pois tu disseste na Santa Palavra que um fio de cabelo não poderia cair da cabeça do homem sem o teu consentimento. E nós, homens, não éramos capazes de acrescentar um côvado à nossa altura. Mas tu, PAI eterno, sabe de todas as coisas ... estendeu o teu braço forte e abriu sua mão potente a meu favor, e onde coloquei a planta do meu pé tu esteve comigo, e onde recostei minha cabeça ... dormi. A nós tu disseste "olhai os lírios do campo e as aves do céu, não plantam nem semeiam, mas tu PAI lhes veste e dá de comer... e assim foi... com atitudes impensadas, aqui estou... A ti rendo glórias amado Senhor, porque me deste a vitória nas minhas mãos. Em nenhum dos dias se atentou para minhas fraquezas ou falhas ... mas hoje posso dizer que passei por todas elas e se aqui estou é porque tu me amparaste,

a ti PAI ETERNO,

Aos meus pais e meus irmãos - minha família - pelo apoio e união, mas principalmente, por serem o alicerce e os pilares da minha vida,

aos demais membros da minha família, tios, primos e demais, mas com consideração especial à minha avó materna Maria de Oliveira Cruz,

à minha namorada, Jéssica Daniella Coldebello - a Caramelo - pelo seu apoio, sua ajuda, presença durante toda minha pós-graduação, incluindo o mestrado, mas principalmente, pela sua companhia, sua torcida ... difícil lembrar dos últimos anos sem mencionar você,

ao amigo, Professor Valdo Rodrigues Herling, não por acaso, primeiramente amigo. Professor e aluno, a vida nos fez, mas amizade não é só coisa do acaso. Pelo seu apoio e ensinamentos, mas mais ainda pelo exemplo de pessoa que o sr. é. Por auxiliar e muito mais por dar liberdade para que eu pudesse criar e desenvolver essa pesquisa; por suas contribuições, críticas, correções; por acreditar no meu potencial e dar a mim a oportunidade de crescimento pessoal e profissional,

à sociedade brasileira que mantém em funcionamento a Universidade de São Paulo,

à Universidade de São Paulo - USP - onde vim parar não por acaso, mas escolhida com convicção... por ter me proporcionado toda minha formação como Zootecnista, por fazer eu me sentir em casa ... sinto que aqui sou nascido e criado e profissionalmente é verdade,

aos professores desta casa, dos quais muitos são meus amigos, além de professores,

ao professor Pedro Henrique de Cerqueira Luz, pelos seus ensinamentos, sua presença e seu espírito crítico e seu exemplo de dinamismo e praticidade,

à professora Lilian Elgalise Techio Pereira pela amizade, discussões, presença e importante auxílio na concepção dessa pesquisa,

ao professor César Gonçalves de Lima (Cesinha) pela amizade paciência e ensinamentos que possibilitaram a construção desse trabalho,

ao professor João Vendramini, pela sua fundamental contribuição ao longo da concepção e execução deste trabalho,

aos funcionários do laboratório de Ciências Agrárias da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP) - Marcos Ferraz, Paulo Tonetti, Suele - pela amizade e apoio importantíssimo de vocês, principalmente durante as análises laboratoriais,

aos funcionários do Campus da USP Ismael, Valdir, Ricardo, Lissoni, Edgar, Marcão, Marquinho, Aldoaldo, dentre outros, que auxiliaram e ajudaram na condução dessa pesquisa, além da amizade que desenvolvemos,

aos funcionários da pós-graduação: Érica C. M. Ferraz, Gilson e demais pelo suporte, ajuda e solução de problemas,

aos amigos:

Murilo Donizzeti, companheiro de projeto e de moradia,

João Marcelo, pela sua amizade e ajuda na reta final,

Gabriela Strozzi pela importante ajuda na condução do projeto e pela amizade,

Jéssica Bet e Paula Luana pela amizade construída nos últimos anos e pela importante ajuda,

Felipe Barros Macedo, pela amizade e apoio,

Priscila, companheira do curso de medicina veterinária, e Gue por dividirem comigo algumas noites e compartilharem o caminho entre Leme e Pirassununga,

Ao amigo Wilson Aparecido Marchesin e à empresa Rações COMIGO por gentilmente formularem e fornecerem todo o suplemento alimentar dos animais utilizados na condução dessa pesquisa,

Aos estagiários que dividiram comigo diversas manhãs, noites e dias ... alguns deixaram suas aulas para me ajudar ... por me salvarem em muitos dos momentos de desespero, pela amizade, Cito: Lilian Monteiro, Carolina Pinheiro, Alice Almeida, Raquel Modesto, Maria Carolina, Caio Bertolini, Luan Souza, Gabriela Galvão, Bruno Delmiro, Higor Zani, Douglas Prado, Tiago Correia, Filippe Berretta, Renan, Renata (lab.), Talles (lab.) alguns ajudaram e foram importantes, mas outros fizeram a diferença, sem os quais este trabalho ainda seria uma ideia ...

agradeço

*“...toda caminhada começa no primeiro passo...
...observe quem vai subindo a ladeira...
...pra ir mais alto vai ter que suar...”*

Accioly Neto

RESUMO

ROCHA, C. O. **Produção de bovinos de corte suplementados em pastos vedados**. 2018. 130 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

O diferimento é um método de conservação de forragem que permite o pastejo em períodos de escassez, no entanto, a literatura abordando o efeito da altura do pasto à vedação é limitada. Devido ao baixo valor nutritivo de pastos vedados, a suplementação é necessária, contudo, o efeito sobre o desempenho animal é variável, devido às interações com os pastos. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da altura do dossel ao diferimento nas características da forragem, desempenho animal e presença de interação pasto X suplemento. O estudo foi conduzido em Pirassununga-SP, Brasil, e foi dividido em duas fases. Na primeira fase, 16 unidades experimentais (pastos de 1,5 ha) foram diferidas de março a julho/2016. Os tratamentos foram duas alturas do dossel ao início da vedação (10 e 20 cm), em um delineamento casualizado em blocos completos (DCB) com oito repetições. Na segunda fase, as mesmas unidades experimentais foram pastejadas por novilhos de corte recebendo suplementação de julho a outubro/2016. Os tratamentos foram arranjos fatoriais de duas alturas iniciais de vedação (10 e 20 cm) com dois níveis de suplementação (0,3 e 0,6% do peso corporal dos animais) em um DCB com quatro repetições. Na primeira fase, pastos vedados a 20 cm apresentaram maior massa de lâminas foliares e pior valor nutritivo quando o período de diferimento foi de 70 dias ou menos. Em maiores períodos de diferimento, pastos vedados a 10 cm apresentaram a mesma massa de lâminas foliares e melhor valor nutritivo comparados com pastos vedados a 20 cm. Pastos vedados a 20 cm permitiram menor ganho médio diário, contudo a maior taxa de lotação observada neste tratamento resultou em maior produtividade. Suplementação com 0,6% resultou em maior ganho médio diário independente da altura inicial de vedação. Combinar suplementação de 0,6% com altura de vedação de 10 cm maximiza o desempenho animal, enquanto combinar 0,6% com altura de vedação de 20 cm maximiza o ganho por área.

Palavras-chave: Desempenho. Diferimento. Forragem. Produtividade. Suplementação.

ABSTRACT

ROCHA, C. O. **Production of beef cattle supplemented in stockpiled pastures**. 2018. 130 p. Thesis (PhD) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

Forage stockpiling is a conservation method that allows grazing in scarcity periods; however, literature addressing the effect of canopy height during deferment is limited. Considering the low nutritive value of stockpiled pastures, supplementation is required; however, supplementation effects on animal performance are variable due to interactions with the pasture. The objective of this study was to evaluate the effect of deferment canopy height on forage characteristics, animal performance, and the presence of pasture X supplement interactions. The study was conducted in Pirassununga-SP, Brazil, and it was divided in two phases. In the first phase, 16 experimental units (1.5-ha pastures) were deferred from March to July 2016. Treatments were two initial deferment canopy heights (10 and 20 cm), in a randomized complete block design (RCBD) with eight replicates. In the second phase, the same experimental units were grazed by beef steers receiving supplementation from July to October 2016. Treatments were the factorial arrangement of two initial deferment canopy heights (10 and 20 cm) and two daily supplementation levels (0.3 and 0.6% of animal live weight) in a RCBD with four replicates. In the first phase, pastures deferred with 20-cm canopy height presented greater leaf blade mass and worse nutritive value when deferment period was 70 d or less. In longer deferment periods, pastures deferred with 10-cm canopy height presented similar leaf blade mass and better nutritive value in comparison with pastures deferred with 20 cm. Pastures deferred with 20-cm presented lower average daily gain; however, the greater stocking rate in observed in this treatment resulted in greater gain per area as well. Supplementation of 0.6% resulted in greater average daily gain regardless of deferment canopy height. Combining 0.6% supplementation level with 10-cm canopy height deferment is a strategy to maximize individual animal performance, whereas combining 0.6% supplementation with 20-cm canopy height deferment is a strategy to maximize gain per area.

Keywords: Animal performance. Deferment. Forage. Productivity. Supplementation.

FIGURAS

Figura 1. Crescimento estacional de 25 espécies de plantas forrageiras.	18
Figura 2. Vista aérea da área experimental.	43
Figura 3. Bebedouro com enchimento automático.	43
Figura 4. Cocho fixo coberto utilizado para fornecimento de suplemento.	44
Figura 5. Cochos móveis descobertos utilizados para suplementação.	44
Figura 6. Croqui com a distribuição dos tratamentos.	46
Figura 7. Avaliação de altura do pasto.	48
Figura 8. Amostragem de forragem.	49
Figura 9. Esquema do fluxo das amostras de forragem colhidas.	50
Figura 10. Amostras moídas e identificadas.	51
Figura 11. Incubadora a 39 °C durante incubação de amostras por 48 horas para determinação da digestibilidade in vitro da matéria seca de amostras de forragem.	52
Figura 12. Coleta de líquido ruminal e preparo de inóculo.	52
Figura 13. Vista aérea da área experimental após fase de vedação e início do pastejo	55
Figura 14. Tratamentos experimentais.	56
Figura 15. Croqui da área experimental e distribuição dos tratamentos.	57
Figura 16. Fornecimento de suplemento.	58
Figura 17. Animais consumindo suplemento.	59
Figura 18. Estoque de suplemento	59
Figura 19. Cápsulas de titânio.	63
Figura 20. Folhas de capim-elefante.	63
Figura 21. Cápsulas envolvidas em folhas de capim-elefante para fornecimento aos animais.	64
Figura 22. Fornecimento de cápsulas de titânio para animais.	65
Figura 23. Estufa com amostras de fezes durante secagem a 65°C.	66
Figura 24. Digestão sulfúrica de amostras de fezes – uma das etapas para determinação da concentração de dióxido de titânio nas fezes.	67

Figura 25. Análise de FDNi – Inserção de amostras no rúmen de novilhas fistuladas e retirada após 288 horas de incubação.	68
Figura 26. Precipitação (mm) diária e temperaturas mínimas e máximas diárias durante a fase de vedação do capim-marandu (<i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu) vedado em duas alturas.	71
Figura 27. Precipitação (mm) mensal no período experimental e média histórica em Pirassununga de 1947 a 2014.....	71
Figura 28. Massa de forragem (MF), de lâminas foliares (LF), de colmos e bainhas (CB) e material morto (MM) do capim-marandu, considerando duas alturas e três períodos de vedação.	77
Figura 29. Precipitação (mm) diária e temperaturas mínimas e máximas diárias durante a fase de pastejo do capim-marandu (<i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu) previamente vedado em duas alturas.	91
Figura 30. Precipitação (mm) mensal no período experimental e média histórica em Pirassununga de 1947 a 2014.....	92
Figura 31. Ganho de peso dos animais em pastos vedados a duas alturas e suplementados com 0,3 ou 0,6% em relação ao peso corporal.....	118
Figura 32. Taxa de lotação em função dos períodos de pastejo em pastos de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu, vedados em duas alturas associadas ao uso de suplemento.	119

TABELAS

Tabela 1. Parâmetros químicos e físicos do solo da área experimental	47
Tabela 2. Composição bromatológica, níveis de nutrientes e de minerais do suplemento proteico-energético (experimento 2 – 2016). Dados expressos na matéria seca.	60
Tabela 3. Valor de P (nível de significância) e estruturas de covariância para análise de variância das variáveis de produção e valor nutritivo da forragem analisadas na fase vedação.	72
Tabela 4. Médias da altura do dossel (cm), massa de forragem (MF-kg.ha ⁻¹), de lâmina foliar (LF-kg.ha ⁻¹), de colmo e bainha (CB-kg.ha ⁻¹) e de material morto (MM-kg.ha ⁻¹) de pastos de capim-marandu (<i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu) submetidos à alturas de vedação.....	75
Tabela 5. Médias da participação percentual de lâminas foliares (LF-%), de colmo e bainha (CB-%) e de material morto (MM-%) de pastos de capim-marandu (<i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu) submetidos à alturas de vedação.....	82
Tabela 6. Médias dos teores de proteína bruta (PB%), de fibra em detergente neutro (FDN%) e da digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS%) de lâminas foliares de pastos de capim-marandu (<i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu) submetidos à alturas de vedação.....	85
Tabela 7. Valor de P (nível de significância) e estruturas de covariância para análise de variância das variáveis de produção de forragem, valor nutritivo e de produção animal analisadas na fase de pastejo.....	93
Tabela 8. Médias da altura do dossel (cm), massa de forragem (MF-kg.ha ⁻¹), de lâmina foliar (LF-kg.ha ⁻¹), material morto (MM-kg.ha ⁻¹), de colmo e bainha (CB- kg.ha ⁻¹) de pastos de capim-marandu (<i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu) submetidos à alturas de vedação e no período de pastejo.	96
Tabela 9. Médias da participação percentual de lâminas foliares (LF-%), de colmo e bainha (CB-%) e de material morto (MM-%) de pastos de capim-marandu (<i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu) submetidos à alturas de vedação.....	101
Tabela 10. Médias dos teores de proteína bruta (PB%), fibra em detergente neutro (FDN%) e da digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS%) de lâminas	

foliares de pastos de capim-marandu (<i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu) durante fase de pastejo.	103
Tabela 11. Médias dos teores de fibra em detergente indigestível (FDNi-% - porcentagem da matéria seca), fibra em detergente neutro potencialmente degradável (FDNpd-% - porcentagem da FDN) de lâminas foliares de pastos de capim-marandu (<i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu) durante fase de pastejo.....	105
Tabela 12. Médias de consumo de matéria seca (forragem + suplemento - % peso corporal), ganho médio diário (GMD-kg.animal ⁻¹ .dia ⁻¹), produtividade de toda a fase de pastejo (prod_tot-kg.ha ⁻¹), taxa de lotação (UA.ha ⁻¹) de animais suplementados em pastos vedados de capim-marandu (<i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu).	112
Tabela 13. Valores de P da análise de variância para o ganho médio diário (GMD-kg.animal ⁻¹ .dia ⁻¹), considerando as combinações de alturas de vedação e níveis de suplementação (tratamentos).....	117

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	16
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1	Estacionalidade de produção de forragem.....	18
2.2	Definição.....	20
2.3	Viabilidade técnica e econômica do diferimento.....	22
2.4	Manipulação dos pastos vedados	25
2.5	Modulação da estrutura do dossel por meio da manipulação da altura no início da vedação	26
2.6	Suplementação.....	36
3	MATERIAIS e MÉTODOS	42
3.1	Etapa pré-experimental	45
3.2	Fase 1 – Vedação dos pastos	45
3.2.1	Tratamentos experimentais.....	45
3.2.2	Adubação.....	46
3.2.3	Procedimentos de amostragem do pasto	48
3.2.3.1	Altura do pasto	48
3.2.3.2	Massa de forragem.....	48
3.2.3.3	Teor de matéria seca.....	50
3.2.3.4	Composição morfológica.....	50
3.2.4	Valor nutritivo	50
3.2.4.1	Composição bromatológica	51
3.2.4.2	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca.....	51
3.2.5	Análise estatística	53
3.3	Fase 2 – Pastejo.....	55
3.3.1	Tratamentos experimentais.....	55
3.3.2	Animais.....	58
3.3.3	Suplementação.....	58
3.3.4	Procedimentos de amostragem, avaliação da forragem e valor nutritivo	60
3.3.5	Procedimentos de avaliação das respostas animais	61
3.3.5.1	Desempenho.....	61
3.3.5.2	Taxa de lotação e oferta de forragem.....	61
3.3.5.3	Consumo de forragem.....	62
3.3.6	Análise estatística	69

4	RESULTADOS e DISCUSSÕES	70
4.1	FASE 1 (VEDAÇÃO).....	70
4.1.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
4.2	FASE 2 (PASTEJO)	91
4.2.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS	121
5	CONCLUSÃO.....	123
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	124

1. INTRODUÇÃO

Devido às variações climáticas ao longo do ano, a produção das plantas forrageiras em regiões tropicais é sazonal. Em sistemas de produção animal baseados no uso de pastagens, a sazonalidade de produção de forragem determina um período de abundância de alimento, que contrasta com outro de escassez. Nesses sistemas, encontrar soluções para o período de escassez de forragem é fundamental.

Em meio as alternativas para contornar a escassez de alimento, a vedação de pastos pode ser utilizada. Vedação de pastos consiste em retirar os animais do pasto por tempo determinado para permitir acúmulo de forragem a ser utilizada sob pastejo no período de escassez. Alguns estudos vêm sendo conduzidos ao longo dos anos no sentido de aprimorar a técnica de vedação dos pastos. Nesses estudos tem-se procurado esclarecer como variáveis de manejo poderiam alterar as características dos pastos vedados. Assim, alguns autores demonstraram o efeito da época de vedação, alturas e duração do período de vedação, bem como de doses e época de aplicação de fertilizante e ainda de espécies e cultivares. Apesar destes estudos permitirem inferências sobre o potencial dessas estratégias de manipular a qualidade da forragem, os efeitos da altura não estão claramente descritos em função do pequeno número de estudos.

Frequentemente, o fornecimento de suplementos nutricionais aos animais em pastos vedados mostra-se viável, uma vez que esta técnica, geralmente, está relacionada ao amadurecimento e queda no valor nutritivo da forragem oferecida. Assim, apenas o consumo do pasto culmina com a manutenção ou perda de peso dos animais, porém, o efeito da suplementação na produção animal é variável, como consequência das diferentes condições dos pastos.

É comum que, em estudos cuja temática é a suplementação, pouca atenção seja dada às características dos pastos, especialmente naqueles realizados na época de escassez de forragem, quando a atenção dos pesquisadores recai sobre a quantidade de forragem em detrimento da qualidade. A utilização de estratégias de suplementação, negligenciando as condições dos pastos, fere o conceito de

suplementação, uma vez que o suplemento deveria complementar a dieta base, que nesses sistemas consiste de forragem. Por conseguinte, pode haver nutrição inadequada dos animais em função do desbalanceamento de nutrientes. Além disso, o fornecimento inadequado do suplemento pode significar aumento desnecessário do custo de produção, ou ainda, economia equivocada. Estudos avaliando o efeito de estratégias de suplementação em diferentes condições de pastagem, especialmente associados à práticas adequadas de vedação de pastagens, são escassos na literatura.

Nesse sentido, hipotetiza-se que a resposta animal à suplementação será dependente do manejo utilizado para vedação do pasto. O objetivo deste estudo foi verificar as alterações nas características do pasto, durante o período de vedação, ocasionadas pelas alturas de vedação e, conseqüentemente, o impacto no desempenho animal, bem como, verificar a efetividade da associação da altura a níveis de suplementação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Estacionalidade de produção de forragem

A produção de forragem das espécies tropicais é sazonal, devido às variações climáticas ao longo do ano. Em um estudo com 25 gramíneas adubadas e durante dois anos, Pedreira e Mattos (1981) observaram esse padrão sazonal consistente para as plantas forrageiras avaliadas, sendo, em média, 86% da produção de massa de forragem concentrada no verão e 14% no inverno (figura 1).

Figura 1. Crescimento estacional de 25 espécies de plantas forrageiras.

Fonte: adaptado de Pedreira e Mattos (1981).

A distribuição sazonal da produção forrageira tem reflexo na disponibilidade de alimento para animais em pastejo, evidenciando a existência de uma estação com

abundância e outra com deficiência de alimento. Este cenário, formado por situações opostas, tem importância relevante para sistemas de produção de bovinos, sobretudo no Brasil, que detém o maior rebanho mundial de bovinos, criados quase que exclusivamente em pastagens. O Brasil possuía em 2016, ao redor de 228 milhões (ANUALPEC, 2017) de cabeças e 164,7 milhões de hectares de pastagens (ABIEC, 2017). Ainda, de acordo com ABIEC (2017), em 2016 foram abatidas no Brasil 36,9 milhões de cabeças, das quais 87,5% foram oriundas de pastagens. Acrescenta-se que apesar de 12,5% dos animais abatidos serem oriundos de confinamentos é comum que esses animais sejam apenas terminados nesse sistema, passando, portanto, a parte inicial de seus desenvolvimentos em regime de pastagens. É necessário pontuar que segundo Anualpec (2017), o Brasil possuía em 2016 aproximadamente 39 milhões de bovinos para atividade leiteira. Geralmente, uma parte importante desses animais é mantida em confinamento. Além desses, ao redor de 4,61 milhões de animais destinados ao abate também são mantidos em confinamentos. Excluindo-se esses, o restante passa a vida toda ou pelo menos a maior parte dela alimentando-se de pastagens.

Como consequência da existência de períodos com disponibilidade distinta de forragem, o desempenho dos animais também segue padrão sazonal. Durante a estação de intenso acúmulo de forragem, ao adotar a suplementação, além do adequado manejo dos pastos, é possível obter desempenho animal superior a 1 kg.dia⁻¹ (BARBERO et al., 2015), desempenho esse que se aproxima de outros reportados para sistemas de confinamento (CATTELAM et al., 2016). No entanto, durante o período de escassez de forragem, é comum que os animais percam peso caso não seja adotada nenhuma estratégia de uso de suplementos volumosos e concentrados. De acordo com Silva et al. (2009), em revisão de literatura, durante o período seco há registros de perdas de peso de até 300 gramas diários.

Uma representação clássica do contraste para o desempenho de animais em pastejo foi demonstrada por Euclides Filho & Euclides (2010). Esses autores, discorrendo sobre o desenvolvimento da pecuária de corte no Brasil, mostraram que no período de escassez de forragem o ganho de peso diário dos animais varia de alguns

gramas até o limite máximo de 0,5 kg fornecendo uma média de 0,235 kg, enquanto que no período de abundância de forragem é comum que o desempenho supere 0,6 kg. Destaca-se que os autores não mencionam neste levantamento o uso de eventuais estratégias de suplementação ou diferimento, no entanto, em todos os trabalhos analisados foram empregadas fertilização do solo. Por este motivo, é possível que na ausência de adubação os desempenhos no período de escassez podem ser menores que os relatados.

Segundo Nussio & Schmidt (2010), a baixa produtividade do rebanho brasileiro é reflexo da escassez de forragem decorrente da ausência de manejo. De acordo com os autores, estratégias de conservação e de forragem suplementar são necessárias para suprir a demanda dos animais no período de escassez de forragem e assim, evitar prejuízos ao desempenho. Os autores descrevem sobre o uso de capineiras, silagem e feno e mencionam também os resíduos fibrosos. De acordo com esses autores, uma outra estratégia para amenizar a escassez de forragem é a técnica do diferimento.

2.2 Definição

O processo de vedação ou diferimento de pastagens tem sido mencionado por diversos autores, porém a sua definição não é atribuída a um autor específico. Para todos os autores, a ideia central é que a vedação consiste na interrupção do pastejo, em uma determinada área, com a finalidade de permitir o acúmulo de forragem para uso futuro sob a forma de pastejo. Alguns autores acrescentam, ainda, termos que sugerem o momento ideal de realizar a vedação.

De acordo com Euclides et al. (1990) diferimento é:

“manejo estratégico de pastagem que consiste em selecionar determinadas áreas e vedá-las à entrada de animais no final da estação de crescimento. Desta forma, é possível reservar o excesso de forragem na forma de feno em pé para pastejo direto durante o período crítico.”

Para Costa et al. (1993):

“o diferimento consiste em suspender a utilização da pastagem durante parte do período vegetativo da planta, de modo a favorecer o acúmulo de forragem para utilização durante a época seca”.

Segundo Euclides et al. (2007):

“o pastejo diferido consiste em selecionar determinadas áreas de pasto e vedá-las ao acesso dos animais, no fim do verão. Dessa forma, é possível reservar o excesso de forragem produzida no período das águas, para pastejo direto durante o período de escassez.”

Segundo Pereira et al. (2008):

“caracteriza-se pelo descanso das pastagens ou parte, antes do período de seca, para permitir o acúmulo de forragem.”

Para Sousa et al. (2012):

“manejo estratégico no qual uma área de pastagem é excluída do pastejo com objetivo de acumular forragem durante o período de crescimento da planta para utilização futura no período de escassez”.

Embora, em todas as definições anteriores, possa ter-se a ideia do processo, diante da ausência de uma definição precisa sugere-se aquela fornecida por Allen et al. (2011), uma vez que estes autores se propuseram a desenvolver um consenso de termos e definições visando garantir comunicação clara em nível internacional e padronização dos termos utilizados em publicações. Assim, de acordo com os autores *Stockpiled forage* é sinônimo de *feed wedge* e *foggage* e, traduzido, significa forragem acumulada para pastejo posterior. Segundo os autores, a forragem é frequentemente armazenada para pastejo posterior em um período quando o crescimento é reduzido ou nulo, mas a estocagem pode ocorrer a qualquer momento durante o ano como parte de um plano de manejo. Ainda segundo eles, *Foggage* geralmente se refere a acúmulo tardio na estação de crescimento para pastejo de inverno e *stockpiling* pode ser descrito como adiamento e acumulação.

Outros termos similares podem ser encontrados em publicações e também são definidos por Allen et al. (2011). Aparentemente, esses termos, embora comuns, têm significado mais voltado para o conceito de preservação ambiental do que produção animal. Assim, *Deferment* é adiamento ou atraso de pastejo ou colheita de acordo com uma gestão específica. Consiste em uma estratégia destinada a dar tempo à reprodução de plantas, estabelecimento de novas plantas, restauração de vigor vegetal, retornando às condições ambientais apropriadas para pastejo ou acumulação de forragem para uso posterior. Adicionalmente, *Deferred stocking* é um método para adiar o pastejo em áreas, porém num contexto de conservação para restaurar determinada condição. Não seria, portanto, uma prática para aumentar a produção animal. Contudo, juntamente com outras estratégias de gestão, esta prática pode melhorar o potencial de produção.

Em português os termos frequentemente encontrados nas publicações são “diferimento”, “vedação” e nos trabalhos mais antigos “feno em pé”.

Baseado na definição proposta por Allen et al. (2011), a rigor, o diferimento não está vinculado a uma época específica para interrupção do pastejo e poderia, portanto, ser realizado em qualquer época do ano. Entretanto, é consenso entre os pesquisadores acrescentar à definição do termo que a interrupção do pastejo deva ser feita no final da estação de crescimento das plantas. Dessa forma, haveria um acúmulo de forragem para que a mesma fosse utilizada no período de escassez. Este consenso é aceitável dentro do contexto produtivo, uma vez que o objetivo é produzir alimento para os rebanhos.

2.3 Viabilidade técnica e econômica do diferimento

Em revisão de literatura é possível notar que a técnica de vedação tem sido considerada pelos autores como sendo de fácil adoção e baixo custo:

“Estas estratégias são viáveis tecnicamente, porém o diferimento do uso da pastagem consiste em uma das estratégias de mais fácil adoção e, em geral, de menor custo” (SANTOS et al., 2009a)

“... uma estratégia de manejo simples e de baixo custo de produção, uma vez que a forragem é colhida pelo próprio animal, assim é considerada de fácil aplicação no manejo de pastagens.” (SOUZA et al., 2012)

Essas vantagens são atribuídas à ausência de implantação anual da cultura e ao fato de que os próprios animais realizam a colheita da forragem por meio do pastejo. Em comparação com a silagem ou feno seriam eliminadas as etapas de implantação anual, colheita, transporte, processamento, armazenamento, fornecimento e estruturas físicas. Em teoria, essas prováveis vantagens são atrativas, no entanto, comprovações científicas à esse respeito são dificilmente encontradas.

Em estudo raro, Baron et al. (2016) compararam os custos e níveis de produção de três sistemas de alimentação de vacas durante o período de escassez de forragem. Os autores compararam o fornecimento em campo de aveia cortada (*swath-grazed oat*), pastos de *Bromus riparius* Rhem vedados e um tratamento controle no qual os animais permaneciam confinados e recebiam forragem conservada. Segundo os autores, os pastos vedados apresentaram o menor custo de produção por vaca.dia⁻¹. Em relação ao custo total, representou 37% seguido de 45 e 47% para os tratamentos com aveia e controle respectivamente. Os custos com fertilizante, semente e herbicida representaram 87, 58 e 40% do custo de produção para pastos vedados, aveia e controle respectivamente. Custos com equipamento e operações representaram 10, 35 e 48% e trabalho 3, 7, 12% para os tratamentos. Eles também acrescentam, que o combustível necessário para alimentar 100 vacas seria 149, 357 e 1946 litros para os sistemas pasto vedado, aveia e controle respectivamente e que com mão de obra a demanda seria de 5, 15 e 59 horas. Numericamente, equipamentos e trabalho representaram \$0,05, \$0,17, e \$0,45.

Segundo Baron et al. (2016), o baixo custo com equipamentos e trabalho para os pastos vedados mostram os benefícios de não ser necessária a semeadura e aplicação de herbicida anualmente, bem como ausência de custos de colheita. O custo por vaca.dia⁻¹ sofre influência da produção vegetal, preço dos insumos e clima. Uma desvantagem da utilização de planta perene vedada é a baixa capacidade de suporte decorrente da pequena produção de forragem, necessitando assim de grandes áreas

para alimentação do rebanho. Segundo os autores, caso fosse feito uma colheita de feno previamente à vedação, a área necessária para manutenção de 100 vacas passaria de 55,4 para 21,2 ha, melhorando, assim, a eficiência de uso da terra. Finalizando, os autores concluem que sistemas com pastagens perenes são considerados de baixo custo, porém, a baixa produção resulta em custos semelhantes e comparáveis. Assim, para se obter a vantagem do baixo custo, a produção de forragem em pastos vedados precisa ser enfatizada e que permita aumentar a capacidade de suporte.

Ressalta-se que o trabalho de Baron et al. (2016) é muito importante devido à robustez dos dados, mas principalmente por ser um dos poucos trabalhos que permitem a comparação dos pastos vedados com técnicas alternativas. No entanto, a pesquisa foi desenvolvida no Canadá, onde as condições climáticas são diferentes das condições brasileiras. Além disso, é necessário levar em conta que a dinâmica de preços de insumos e mão de obra pode ser diferente entre os países. Adicionalmente, para melhor análise do sistema produtivo como um todo, seria valioso incorporar nos custos de produção um fator relativo ao tamanho da área utilizada para cada sistema e o custo de manutenção dos animais fora da área de pastejo, enquanto a área permanece vedada ou ocupada com alguma cultura anual.

O acúmulo de forragem pelo diferimento e a resposta animal são observados em publicações, principalmente em condições de Brasil. Porém, é notada ausência de trabalhos comparando a técnica de vedação com outras alternativas. Bivens et al. (2017), no entanto, compararam o desempenho de animais recebendo feno de Tyfton 85 (*Cynodon spp.*) ou pastejando a mesma espécie após 8 semanas de vedação. Os autores observaram que os animais consumindo o pasto vedado apresentaram maior desempenho no início do período de pastejo e menor desempenho, posteriormente, que os animais alimentados com feno. No cômputo final do desempenho, os animais que haviam consumido pasto vedado perderam 60 g diárias contrapondo-se ao ganho de 100 g diárias dos animais que consumiram o feno. Os autores concluem, no entanto, que a vedação como alternativa ao feno poderia ser utilizada, porém com ajuste na suplementação dos animais.

Apesar da dificuldade de se encontrar informações sobre os custos e vantagens da técnica do diferimento, em diversos trabalhos há comprovação da possibilidade de obter massas de forragem e desempenhos razoáveis a partir do uso da técnica. Silva et al. (2009) observaram que a massa de forragem de pastos diferidos no Brasil varia de 1300 a 14386 kg.ha⁻¹, com média de 6431 kg.ha⁻¹. Quanto ao ganho de peso dos animais, Silva et al. (2016) reportaram ganhos variando de 490 a 725 gramas diárias em pastos vedados. Desempenhos maiores, chegando até a 840 gramas diárias, foram encontrados por Garcia et al. (2014). Destaca-se que esses ganhos são praticamente impossíveis de serem obtidos sem o uso de suplementação.

Nota-se, a partir dos dados publicados, que a viabilidade técnica e econômica da estratégia de diferimento, a rigor, não pode ser confirmada. Para isto, faz-se necessário mais estudos de comparação com outras alternativas para se contornar a escassez de alimento. Seria relevante comparar os custos das técnicas, quantidade de alimento produzido e os índices zootécnicos conseguidos. Ainda assim, não se pode negar que nos estudos desenvolvidos até o momento há evidências que o uso de pastagens diferidas ameniza os efeitos da sazonalidade de produção de forragem e, conseqüentemente, proporciona maior estabilidade da produção animal.

2.4 Manipulação dos pastos vedados

Em diversos estudos têm sido demonstrado o potencial que fatores de manejo possuem para alterar as características dos pastos vedados. As estratégias mais utilizadas pelos pesquisadores para manipular as características do pasto têm sido a fertilização nitrogenada, duração do período de vedação e espécies.

Wallau et al. (2015) compararam 4 híbridos de Limpograss (*Hemarthria altíssima* (Pior.) stapf & C.E. Hubb.), vedados por 16 semanas e adubados com duas doses de nitrogênio. A partir dos dados dos autores é possível notar diferenças na massa de forragem, composição morfológica, valor nutritivo e índice de tombamento. Vantagens irrelevantes foram detectadas para o maior nível de fertilização e, quanto à duração da vedação, esta deveria ser menor que 16 semanas.

Além de períodos de vedação, doses de nitrogênio também têm sido estudadas. Em geral, o aumento nos níveis destes fatores causa impactos nas características dos pastos vedados. Santos et al. (2009) estudaram *Urochloa decumbens* cv. Basilisk, vedada por diferentes períodos e adubada com doses de nitrogênio. Segundo os autores, período de vedação e doses de nitrogênio crescentes aumentaram a massa de forragem, massa dos componentes morfológicos, alturas e índice de tombamento, porém reduziram o valor nutritivo. É importante destacar que em muitos trabalhos publicados no Brasil, os pastos têm sido vedados em momentos diferentes, fato que pode prejudicar o entendimento do efeito dos períodos.

Estudo explorando as alturas de vedação como ferramenta para manipular as características dos pastos vedados são mais raros. No entanto, mesmo escassos, nesses estudos revela-se o potencial das alturas em gerar condições contrastantes de pastos vedados.

2.5 Modulação da estrutura do dossel por meio da manipulação da altura no início da vedação

Durante o verão, período de crescimento intenso das plantas forrageiras, os efeitos da manipulação das alturas de manejo no crescimento e características estruturais da pastagem, bem como no desempenho animal têm sido amplamente reportados na literatura e são relativamente bem conhecidos. No entanto, o mesmo parece não acontecer em relação ao manejo de pastagens visando fornecimento de forragem para o período seco (incluindo as épocas de outono, inverno e início de primavera), para o qual observa-se restrito número de estudos e pouca informação sobre as possíveis alterações causadas pela manipulação da altura dos pastos por ocasião da vedação.

A altura do pasto no momento da vedação apresenta impacto potencial para alterar as características do dossel no momento do uso pelos animais, evidenciando que esta variável pode ser utilizada de forma estratégica para manipulação da quantidade e qualidade da forragem produzida durante o período de vedação.

É possível notar nos trabalhos de pesquisa, duas formas de se trabalhar as alturas de vedação. Em alguns trabalhos os pastos são manejados durante o verão, a

estação de intenso crescimento da planta, de forma que a pastagem é mantida sob uma determinada altura média ao longo da estação de crescimento (CARVALHO et al., 2016). Assim, no momento em que essas áreas são vedadas, o pasto inicia o crescimento a partir de uma condição de manejo mantida há vários meses. Na segunda forma de manejar as alturas de vedação, e a mais frequente encontrada nos trabalhos de pesquisa, os pastos são manejados durante o verão adotando-se um manejo tido como ótimo e, no momento da vedação, eles são rebaixados para as alturas de resíduo “metas”. Neste caso, todo o efeito produzido pela altura de vedação será iniciado no dia do diferimento.

Os efeitos das alturas de vedação na massa de forragem não são constantes em todos os experimentos. Vilela et al. (2012) estudaram os efeitos da vedação do capim-piatã (*Urochloa brizantha* (Hochst. ex. A. Rich Stapf.) a 20, 30 e 40 cm e não encontraram qualquer efeito das alturas sobre a massa de forragem, sendo as médias observadas de 4940, 6563 e 8352 kg.ha⁻¹ ao final de 65, 85 e 105 dias. Por outro lado, as alturas de vedação apresentaram efeito significativo na massa de forragem nos trabalhos de Lana Souza et al. (2012) e Silva et al. (2015).

Uma das causas para esta variação de resultados pode ser atribuída ao efeito de ano, conforme demonstrado por Gouveia et al. (2017). Esses autores estudaram três alturas de vedação em pastos de *Urochloa decumbens* em dois anos consecutivos, e notaram que as alturas interferiram na massa de forragem em apenas um dos anos avaliados. Outra possível causa, também apresentada por Gouveia et al. (2017), seria a interação das alturas ao início do diferimento com a duração dos períodos de vedação. Estes autores não encontraram qualquer efeito das alturas, quando os pastos foram submetidos a longos períodos de vedação (171 dias de diferimento), porém, em períodos mais curtos de vedação, variando de 109 a 141 dias de diferimento, as alturas originaram diferenças em massa de forragem.

Dessa forma, observa-se que a altura pode ou não afetar a massa de forragem. No entanto, é possível notar que, de forma geral, nas situações em que os efeitos das alturas foram significativos, fica evidente que quanto menor a altura ao início do diferimento, menor massa de forragem é obtida. Isso levou Gouveia et al. (2017) a afirmarem que a adoção de períodos curtos de diferimento associados a baixas alturas

no início da vedação consiste em estratégia de manejo arriscada, dado que a massa de forragem pode ser limitante para manutenção de um consumo de forragem adequado durante o período de utilização da pastagem diferida. Assim, em uma primeira análise, a adoção de alturas de vedação mais elevadas parece estar mais próxima aos 'objetivos' do processo de vedação, se este for exclusivamente voltado ao acúmulo de forragem para uso em períodos de escassez. No entanto, independentemente do fato de que pastos vedados a menores alturas produzem menos forragem ou a mesma quantidade que os pastos vedados a maiores alturas, a composição morfológica e o valor nutritivo da forragem obtida diferem amplamente entre essas metas de manejo na vedação.

As folhas verdes, que são o componente morfológico preferencialmente consumido pelos animais e, portanto, a característica da estrutura do dossel que melhor se correlaciona com o desempenho animal, têm sido reportadas nos trabalhos ora como porcentagem, ora como valor absoluto em massa de forragem (kg MS.ha^{-1}). De acordo com os resultados publicados, pastos vedados em menores alturas normalmente apresentaram maiores percentuais de folhas verdes em relação à massa total. A observação das folhas verdes em porcentagem dá uma ideia da composição da massa de forragem. No entanto, é importante ressaltar que o percentual de folhas, analisado isoladamente da massa total de forragem, tem pouco valor, já que alta proporção de folhas pode estar associada a menor massa, de forma que a massa de folhas pode ser muito baixa. Por outro lado, a massa absoluta de folha (kg MS.ha^{-1}) corresponde a quantidade de folhas oferecida aos animais e passível de ser consumida.

De acordo com resultados encontrados por Lana Sousa et al. (2012), pastos de capim-piatã vedados a 20, 30 e 40 cm produziram 6112, 7482 e 9060 kg.ha^{-1} de matéria seca, respectivamente. Apesar da menor massa de forragem nos pastos de menores alturas, folhas verdes representavam 49% da massa de forragem total, contrastando-se com o valor de 27,3% encontrado nos pastos vedados com maiores alturas. Aplicando-se as referidas percentagens sobre as massas de forragem descritas, é possível notar que os pastos vedados a 20 cm produziram massa de folhas verdes 21% superior àqueles vedados a 40 cm. Silva et al. (2015) também observaram aumento na massa de forragem à medida em que os pastos de *Urochloa decumbens* foram vedados

a maiores alturas. No entanto, novamente, houve superioridade na proporção de folhas verdes, quando a altura de vedação foi menor. Neste caso, porém, a massa absoluta de folhas verdes foi similar entre as alturas de vedação, considerando um período de vedação de 118 dias.

Maior massa de folhas verdes também foi registrada em pastos vedados de capim-piatã a menores alturas, de acordo com Vilela et al. (2012). Os autores compararam o rebaixamento dos pastos de 55 cm para 20, 30 ou 40 cm no início do diferimento e, apesar de não encontrarem diferenças na massa de forragem total, detectaram que o pasto vedado a 20 cm produziu 3075 kg.ha⁻¹ de folhas verdes, ao passo que as alturas de 30 e 40 cm culminaram, respectivamente, com produções de folhas verde de 2251 e 2097 kg.ha⁻¹. A superioridade na produção de folhas verdes a partir da redução da altura de vedação variou de 36,6 a 46,6%. Santos et al. (2013) não discorreram sobre os efeitos das alturas na massa de forragem total ou de folhas verdes, entretanto, observaram que os pastos vedados mais baixos apresentavam porcentagens de folhas verdes superiores aqueles vedados mais altos. Gouveia et al. (2017) detectaram que as maiores alturas de vedação provocavam aumento na massa de forragem apenas nos períodos curtos e intermediários de vedação, não apresentando qualquer efeito no período mais longo. Apesar da interação, os autores não encontraram nenhum efeito das alturas na massa de folhas em nenhum dos períodos, o que ratifica o fato de que as menores alturas podem ou não trazer benefícios a proporção de folhas, porém, em nenhuma situação traz prejuízos.

A redução na altura de vedação, também, leva a redução na massa de colmos e de material morto, resultando em menor proporção de participação destes componentes na massa de forragem disponível ao final do período de diferimento. Esta alteração é tida como benéfica, pois os colmos são considerados como o componente morfológico pouco ingerido pelos animais e, além disso, são considerados uma barreira física ao pastejo, de forma que poderiam influenciar negativamente no consumo de matéria seca dos animais durante o pastejo (BENVENUTTI et al., 2006). Por este motivo, é desejável que o manejo da pastagem diferida também tenha como objetivo o acúmulo de menores quantidades de colmo, de forma que este componente participe em baixas proporções da massa de forragem total.

Vilela et al. (2012) observaram que, apesar das alturas de vedação não causarem qualquer efeito na massa de forragem total ou na massa de material morto acumulado, massa de colmos de 1651 kg.ha^{-1} foi registrada nos pastos vedados a 20 cm, ao passo que as quantidades se elevaram para 2616 kg.ha^{-1} , quando os pastos foram vedados a 40 cm. Assim, sendo a massa de forragem total semelhante em todas as alturas, a proporção de colmos foi inferior nos pastos mais baixos, enquanto a proporção de material morto permaneceu inalterada. Souza et al. (2012) observaram que o aumento da altura de vedação levou a aumentos em massa de forragem total, porcentagem de colmos e porcentagem de material morto, possibilitando a inferência de que as massas desses componentes também aumentaram. De acordo com os autores, a proporção de colmos passou de 27,3% nos pastos de capim-piatã vedados a 20 cm, para 40,3% nos pastos vedados a 40 cm. Já, em relação ao material morto presente na massa de forragem total, os mesmos autores encontraram 23,8% nos pastos vedados a 20 cm e valores acima de 30% nos pastos vedados a 30 ou 40 cm. Aumento na massa de colmos e material morto, bem como na massa de forragem total, também foram observados por Santos et al. (2013) e Silva et al. (2015) à medida que as alturas de vedação foram elevadas.

Gouveia et al. (2017) encontraram interação significativa entre alturas de vedação e períodos de vedação para a massa de colmos. De acordo com os autores, a vedação de pastos a maiores alturas e submetidos a longos períodos de diferimento leva à diminuição da massa de colmos. Todavia, quando os pastos são submetidos a curtos períodos de vedação, as alturas não causam efeito algum sobre a massa de colmos. Por outro lado, os mesmos autores notaram que o aumento das alturas de vedação levou a aumentos na massa de lâminas foliares e colmos mortos.

A altura do pasto ao término do período de vedação é outra característica importante, mas menos passível de ser manipulada por intermédio das alturas no momento da vedação. Em estudos conduzidos durante a estação de crescimento das plantas forrageiras, a altura é rotineiramente utilizada como critério de manejo, pois estaria correlacionada à dinâmica de crescimento das plantas e a interceptação luminosa pelo dossel, de forma a orientar na identificação do momento ideal para iniciação do pastejo. Porém, em pastos vedados, essa variável não tem sido utilizada

da mesma forma, e o ponto ideal de pastejo tem sido mais comumente atrelado à duração do período de vedação, considerado em dias. Isso ocorre porque, na estação de lento crescimento das plantas e, consequente, escassez de forragem, maior enfoque tem sido tradicionalmente dado à massa total de forragem acumulada do que à qualidade da forragem. Assim, não faz sentido que a altura, por si só, seja considerada em estudos acerca do manejo em pastagens diferidas.

No entanto, nessas situações, a altura do dossel está interligada com o índice de tombamento e acúmulo de colmos. Como demonstrado por Vilela et al. (2012) e Silva et al. (2015), a elevação da altura de vedação culmina com pastos mais altos no momento do pastejo. Resultado semelhante foi demonstrado por Souza et al. (2012) em pastos sem adubação nitrogenada ou sob doses de 75 kg.ha^{-1} . De acordo com os autores, as alturas de vedação perdem o efeito na altura final do dossel, quando se utiliza adubação na dose de 150 kg.ha^{-1} de nitrogênio. Gouveia et al. (2017), também, observaram aumento das alturas do dossel mediante elevação da altura de vedação, todavia, em apenas um dos dois anos experimentais.

De acordo com Santos et al. (2009), o índice de tombamento é uma variável importante na avaliação do manejo em pastagens diferidas, pois o tombamento culmina com estrutura indesejável. Segundo os mesmos autores, este índice é calculado dividindo-se o tamanho do perfilho estendido pela altura média da pastagem. Mediante a relação de divisão que as variáveis guardam entre si, os índices são mais altos nas situações de manejo que causam maior discrepância entre elas. É esperado que esta discrepância seja maior nos pastos mais altos, uma vez que perfilhos muito altos têm dificuldade de se manterem totalmente eretos. Altos índices, também, são esperados em pastos com maiores massas de forragem, os quais geralmente são os mais altos. No entanto, nos trabalhos estudados, aparentemente, a altura de vedação causa pouco efeito no índice de tombamento. Ressalta-se que esta variável pode sofrer efeito de outras estratégias de manejo, como duração da vedação e uso de fertilizantes, que tendem a aumentar a altura da planta e, consequentemente, o índice de tombamento. O índice de tombamento é maior nos pastos vedados mais altos de acordo com Silva et al. (2015). Apesar de ser esperado que nos pastos vedados mais altos o índice de tombamento fosse maior, Souza et al. (2012), Vilela et al. (2012) e

Gouveia et al. (2017) não encontraram tal padrão de resposta, permanecendo o índice de tombamento inalterado à medida que as alturas de vedação foram elevadas.

Alguns pesquisadores têm se dedicado a estudar os efeitos das alturas de vedação na densidade populacional de perfilhos, sendo notável que as respostas não obedecem a um único padrão. No entanto, é possível que a manipulação das alturas de vedação possa influenciar na densidade populacional, tanto em relação à participação entre classes de perfilhos (basais x aéreos ou vegetativos x reprodutivos) quanto no número total de indivíduos compondo a população. As publicações não são uniformes quanto à forma de se referir à variável, sendo encontrados resultados expressos com base em perfilhos totais, perfilhos vegetativos, perfilhos reprodutivos, perfilhos mortos, perfilhos basal vegetativo, perfilho basal reprodutivo, perfilho basal morto, perfilho aéreo vegetativo, perfilho aéreo reprodutivo e perfilho aéreo morto.

Segundo Souza et al. (2012), ao estudarem pastos de *Urochloa brizantha* cv. Piatã vedados a 20, 30 ou 40 cm, as alturas de vedação não alteraram a densidade populacional total de perfilhos. Por outro lado, efeitos significativos das alturas na densidade de perfilhos totais foram reportados por Vilela et al. (2013). Os autores detectaram que o padrão de resposta às alturas de vedação variava conforme o período de vedação. Assim, as alturas não alteravam a densidade de perfilhos totais, quando o pasto permaneceu vedado por 65 dias. Vedando-se por 85 dias, tanto os pastos de 20 e 40 cm apresentavam menor densidade que 30 cm, e por fim, com 105 dias maior densidade populacional total de perfilhos foi observada para os pastos vedados a 20 cm.

Interações como as reportadas por Vilela et al. (2013) precisam ser analisadas com cuidado. Os autores vedaram os pastos em datas diferentes de forma que, além da duração do período de vedação, os pastos também sofreram efeito de diferentes condições climáticas. Ainda assim, é possível notar que a medida que o tempo passa os pastos vedados altos tendem a apresentar menor número de perfilhos totais. Além disso, o período de 105 dias foi o que recebeu melhor condição climática, e neste a altura de 20 cm apresentou resultados mais favoráveis.

Entretanto, a densidade populacional de perfilhos totais, por si só, representa pouca informação, uma vez que alguns perfilhos que compõem o total não são

interessantes do ponto de vista de produção. Nesse sentido, é possível encontrar nos trabalhos publicados o estudo de classes de perfilhos. Silva et al. (2015), estudando *Urochloa decumbens* cv. Basilisk vedada a 10, 20 e 30 cm, dividiram os perfilhos em perfilhos vegetativos, perfilhos reprodutivos e perfilhos mortos. Os autores constataram que o aumento nas alturas de vedação causou diminuição do número de perfilhos vegetativos. Redução do número de perfilhos vegetativos acompanhando o aumento nas alturas de vedação também foi observado por Gouveia et al. (2017) estudando a mesma espécie nas mesmas alturas de vedação. No entanto, de acordo com os resultados desses autores observa-se que o padrão de resposta do perfilhamento às alturas de vedação é influenciado pelo ano, uma vez que, o comportamento descrito foi observado apenas no segundo ano experimental. De forma diferente, no primeiro ano, os autores não observaram qualquer efeito das alturas na população de perfilhos vegetativos.

Com base nos dados apresentados, nota-se que a elevação das alturas de vedação, em algumas situações, não altera a densidade populacional dos perfilhos totais ou vegetativos e que, portanto, qualquer altura utilizada produz o mesmo resultado. Entretanto, considerando que os perfilhos morrem quando perdem os meristemas apicais, seria plausível assumir que a diminuição na altura de vedação levaria a maior perda de meristemas apicais e, conseqüentemente, morte dos perfilhos no momento da vedação. Esse efeito deverá ser mais pronunciado se as condições climáticas pós-vedação não favorecer a renovação da população, por meio do aparecimento de novos perfilhos.

Assim, considerando-se que ocorram condições climáticas suficientes para que, após o rebaixamento dos pastos, haja estímulo ao perfilhamento e que ao término do período de vedação, as alturas iniciais não causaram qualquer efeito no número total de perfilhos, seria razoável supor que os pastos vedados mais baixos apresentassem maiores taxas de aparecimento de perfilhos, ao ponto de assemelharem-se aos pastos vedados mais altos, que não apresentaram mortalidade intensa de perfilhos. Nesta mesma sequência lógica, supõe-se então, que os pastos mais baixos apresentariam uma população de perfilhos, embora semelhante, mais jovem do que os pastos vedados mais altos. Todavia, uma consideração importante a ser feita é

que nestes trabalhos não constam relatos referente a idade dos perfilhos, sendo esta uma informação capaz de dar outro rumo às conclusões.

Dentre as categorias de perfilhos, ressalta-se a importância dos perfilhos basais vegetativos, pois, segundo Vilela et al. (2013), estes assumem a maior participação no total de perfilhos. De acordo com os autores, nas maiores alturas ocorrem menor número de perfilhos basais vegetativos desde que a vedação perdure por 85 ou 105 dias. Resultados semelhantes foram observados por Souza et al. (2012), nos quais a elevação da altura de vedação culmina com a diminuição do número de perfilhos basais vegetativos. Em relação aos perfilhos reprodutivos, estes aumentam à medida que a vedação é realizada em alturas maiores, de acordo com Silva et al. (2015). Para Gouveia et al. (2017), o número de perfilhos reprodutivos permaneceu inalterado em ambos os anos do experimento. Perfilhos reprodutivos são indesejados, pois refletem menor valor nutritivo, uma vez que, a produção de sementes funciona como dreno de nutrientes. Em relação aos perfilhos basais reprodutivos, Souza et al. (2012) observaram aumento destes, quando foram utilizadas maiores alturas de vedação, porém Vilela et al. (2013) não encontraram efeito da altura nessa categoria de perfilhos.

Em relação ao número de perfilhos mortos pode-se supor que alturas de corte mais rigorosas causariam maior mortalidade de perfilhos no início do diferimento, devido a remoção dos meristemas apicais. Por outro lado, alturas de vedação menos rigorosas causariam menos mortes no início da vedação, porém o auto sombreamento e a disputa por luz durante a vedação poderiam levar à morte de perfilhos ao longo do diferimento, mesmo que os meristemas apicais estivessem intactos. Este balanço entre morte ao início e final do período de diferimento pode levar a saldos diferentes em termos de número total de perfilhos mortos. Assim, Silva et al. (2015) não encontraram nenhum efeito das alturas no total de perfilhos mortos, considerando em conjunto perfilhos basais e aéreos. Souza et al. (2012) e Vilela et al. (2013) não encontraram efeito, quando observaram os perfilhos aéreos mortos, no entanto, observaram que os perfilhos basais mortos aumentavam com aumento da altura de vedação. Os perfilhos aéreos representam menor percentual na composição total dos perfilhos da população, de acordo com Souza et al. (2012) e Vilela et al. (2013), sendo

que as alturas de vedação não alteram a densidade populacional dos perfilhos aéreos vegetativos nem de aéreos reprodutivos.

Em suma, apesar da variação de resultados entre experimentos, pastos vedados em menores alturas beneficiam a população de perfilhos, seja por aumentar a população de perfilhos basais vegetativos ou por manter estes perfilhos com mesmas quantidades, mas provavelmente mais jovens. Além disso, em menores alturas observa-se redução na densidade de perfilhos mortos e perfilhos reprodutivos, que são geralmente tidos como componentes de pior valor nutritivo, atuando, ainda, como barreiras à maximização do consumo.

Algumas variáveis referentes ao fluxo de tecidos em perfilhos individuais também têm sido reportadas na literatura. Todavia, devido à pequena quantidade de trabalhos, é difícil a compreensão dos efeitos da altura de vedação nessas variáveis. Vilela et al. (2013) não encontraram qualquer efeito das alturas no comprimento do colmo, comprimento da folha e número de folhas vivas ou mortas em perfilhos basais vegetativos. No entanto, de acordo com Souza et al. (2012), a elevação da altura de vedação resulta em maior comprimento do colmo de perfilhos basais vegetativos, reprodutivos e mortos. De acordo com os autores, a elevação da altura, causa ainda superioridade do número e comprimento de folhas vivas em perfilhos basais vegetativos. Ressalta-se que as menores alturas de vedação são mais drásticas para os perfilhos, uma vez que, é provável que o meristema apical seja eliminado levando o perfilho à morte. Sendo assim, esses perfilhos precisam de maior fluxo de tecidos para resultarem em condições semelhantes a pastos vedados mais altos, como exposto por Vilela et al. (2013). A mesma análise poderia ser aplicada ao trabalho de Souza et al. (2012), quando, apesar dos pastos mais altos serem mais favoráveis à dinâmica dos tecidos, é provável que os pastos vedados mais baixos apresentem tecidos mais jovens. No entanto, estas ponderações são difíceis de serem comprovadas na literatura sobre o tema, pois trabalhos focados em estudos de morfogênese de pastos vedados são praticamente inexistentes. Tecidos jovens apresentam composição bromatológica e valor nutritivo mais adequados à produção animal, todavia, estas variáveis também não tem sido foco dos estudos. Em se tratando de valor nutritivo, não se tem respostas sobre a possibilidade de sua manipulação por meio de alturas de vedação, sendo a

menção a estes atributos normalmente feita por meio de inferências, sem efetivas comprovações.

2.6 Suplementação

Apesar de ser uma alternativa para a pequena produção de forragem no inverno, segundo Silva et al. (2009) o baixo valor nutritivo dos pastos vedados gera a necessidade de uma estratégia de suplementação para atingir níveis aceitáveis de produção animal. É inerente ao processo de vedação que as plantas estejam maduras no momento de utilização. Segundo Moore & Moser (1995), o avanço da idade da planta é tido como o principal determinante do valor nutritivo da forragem produzida. Dessa forma, a suplementação é necessária durante o uso dos pastos vedados, a fim de suprir a demanda nutricional dos animais (GARCIA et al., 2014). Bivens et al. (2017) e Vendramini & Arthington (2010) e Añez-Osuma et al. (2015) evidenciaram a importância da suplementação ao compararem o desempenho de animais mantidos em pastos vedados. Eles observaram redução substancial no ganho de peso dos animais que não receberam suplementação.

O uso de suplementação, na maioria das vezes, aumenta o ganho de peso, uma vez que as forragens são insuficientes, quando utilizadas como única fonte de energia (MOORE et al., 1999). No entanto, para os autores, as respostas aos suplementos são bastante variadas e inconstantes, devido às interações com os pastos e suas diversidades de características. Eles mostram em seu trabalho a grande variação da resposta de desempenho animal, quando suplementados e a dificuldade em se identificar um padrão único de resposta do desempenho frente a diversos níveis de suplementação.

Wales et al. (1999) combinaram os fatores massa de forragem, oferta e suplementação e ressaltaram a necessidade de considerar os efeitos dos suplementos em conjunto com os pastos, uma vez que o padrão de respostas, geralmente, varia conforme cada condição específica de massa ou oferta. Além disso, eles constataram que o retorno marginal, ou seja, o acréscimo na produção animal, devido ao suplemento, foi maior na menor oferta, sendo que esta diferença é mais acentuada em

pastos com menor massa de forragem. Outra evidência do efeito combinado dos pastos com o suplemento foi sugerida por Silva et al. (2009) diante da variação de -300 a +500 g de ganho de peso de animais recebendo apenas sal mineral no período seco, o que segundo eles é fruto da combinação clima-pasto-animal.

Embora a influência das características do relvado no desempenho animal seja evidente e bem documentada, poucas pesquisas envolvendo o assunto da suplementação têm levado este fato em consideração. Para Silva et al. (2009), em revisão de literatura, resultados de desempenho são atribuídos apenas aos suplementos. Porém, para os autores, só com base no suplemento não se pode explicar os desempenhos. Outras vezes, as respostas são atribuídas apenas aos pastos. Considerações realizadas dessa forma parecem ser simplistas e talvez incapazes de explicar, de forma consistente, as respostas animais observadas. Diante do significativo potencial dos pastos em alterar as respostas animais, parece razoável que o efeito dos suplementos dependeria das condições do pasto. Assim, a escolha de um suplemento deveria ser fundamentada preferencialmente no pasto disponível. No período das águas, Barbero et al. (2015) evidenciaram a importância da adequação da estratégia de suplementação às características do pasto ao encontrarem desempenhos semelhantes para diferentes combinações entre níveis de suplementação e altura do pasto.

Os níveis de suplementação, bem como outras características dos suplementos como ingredientes e composição de nutrientes, têm sido estudados isolados das características dos pastos. Em geral, a elevação dos níveis de suplementação gera comportamento quadrático do ganho de peso, sendo este, portanto, crescente nos níveis mais baixos e estabilizando-se ou diminuindo à medida que níveis altos são utilizados. Silva et al. (2009) observaram aumento do ganho de peso até aproximadamente o nível de 0,8%, a partir do qual os incrementos passaram a ser mínimos. Garcia et al. (2014) encontraram desempenho máximo ao nível de 0,3%. Lima et al. (2012) observaram desempenho crescente ao estudar níveis de suplementação variando de 0 a 0,5% em relação ao peso corporal dos animais. Níveis altos de suplementação foram reportados por Andrade et al. (2015) variando de 0,3 a 1,46%,

sendo o maior desempenho alcançado ao nível de 1,40%. Ressalta-se que esses estudos revelam o evidente impacto do nível de suplementação no desempenho de animais mantidos em pastos vedados, no entanto, em todos eles a condição de pasto era única para todos os tratamentos.

A interação entre os pastos e suplementos justificam-se pela grande variação de características possíveis de serem encontradas nas pastagens, sendo as principais, a massa de forragem, o valor nutritivo, a estrutura e as características da fibra.

A mensuração da massa de forragem é fundamental para o sistema de produção (NAVE et al., 2013). Para os autores, esta medida foi a que melhor se correlacionou com a qualidade do pasto, uma vez que maiores massas se associam ao avanço da maturidade das plantas. Alguns autores consideram como crítica a massa de forragem de 2000 kg de MS/ha, sugeridos por Minson (1990). No entanto, Euclides et al. (1992), trabalhando com espécie tropical, sugerem quantidades bem maiores, da ordem de 4600 kg de MS/ha. A manutenção de uma massa mínima é necessária para garantir a seletividade e evitar diminuição no consumo de forragem. Por outro lado, altas massas de forragem favorecem o acúmulo de material morto e colmo, o que diminui a eficiência do pastejo, aumenta o acamamento e prejudica o consumo. Não raras vezes, considerando a necessidade de manter massa mínima de forragem, diversos pesquisadores optam por manter em pastos vedados massas excessivamente altas, o que também pode comprometer os índices produtivos. Outras vezes, percebe-se grande variação na massa, o que pode causar equívocos na interpretação de resultados publicados. Considerando apenas experimentos conduzidos no Brasil, com *Urochloa brizantha* ou *Urochloa decumbens*, Silva et al. (2009) relataram variação de 1300 a 14386 kg de MS.ha⁻¹ em pastos vedados.

Não há de forma clara, na literatura, evidências de que essas massas críticas mencionadas estão associadas com as estações do ano. Dessa forma, elas são aceitas como mínimos, independente da estação. Esta aceitação pode estar equivocada, uma vez que, segundo Duble (1971), o efeito da massa de forragem no desempenho animal

está associado não somente à massa, mas também ao seu valor nutritivo, mesmo porque os pastos são diferentes entre as estações.

Segundo Sollenberger & Vanzant (2011), a massa de forragem tem sido considerada com frequência como sendo o fator direcionador do desempenho animal, no entanto, esta seria uma explicação simplista. Para os autores, o valor nutritivo da forragem também é importante, e apresenta interação com a massa de forragem. Em revisão de literatura, estes autores consideraram pequena a atenção dada à importância relativa e ao papel específico da massa e do valor nutritivo no desempenho animal. Eles concluíram que o aumento da massa eleva o desempenho animal até que seja atingido um platô, e que a magnitude desse platô depende do valor nutritivo da forragem. Assim, a massa de forragem pode explicar até 90% do desempenho, no entanto, se ela não for limitante, o valor nutritivo explicaria ao redor de 50%. Além disso, melhor valor nutritivo permite maior desempenho e necessita menos massa para atingir o mesmo platô. Com base nestes achados, para os autores há fortes evidências da interação entre valor nutritivo e quantidade de forragem. Na mesma linha de raciocínio, segundo Duble (1971), à medida que a digestibilidade, considerada fator qualitativo, aumenta é necessária menor quantidade de forragem disponível para obtenção de desempenhos animais semelhantes.

As pastagens, também, podem apresentar grandes diferenças relacionadas à estrutura e interferir na resposta animal. Euclides et al. (1990), estudando estratégias de vedação de pastos, observaram grande variação na produção de massa verde e na participação percentual de massa verde e massa morta. Segundo Parson et al. (1983), longos períodos de crescimento diminuem a produção líquida de forragem, aumenta as perdas por senescência e carbono respirado. Além das perdas, segundo Da Silva (2011), o auto sombreamento das folhas estimula o alongamento dos colmos como estratégia para posicionar as novas folhas em condições de plena luz, gerando assim uma estrutura das plantas desfavorável ao consumo.

A composição bromatológica, geralmente associada ao valor nutritivo dos pastos, é passível de alteração. Euclides et al. (1990) constataram intensa variação no

teor de proteína bruta e na digestibilidade das forragens de pastos vedados à medida que estes eram utilizados em diferentes idades. Silva et al. (2009) encontraram uma faixa de variação para fibra em detergente neutro (FDN) de 64,5 a 86,7%, para fibra em detergente ácido (FDA) de 32,3 a 58,8%, para proteína bruta (PB) de 2,3 a 8,9 e para digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de 43,5 a 60,6%. Os autores consideraram os teores de FDN e FDA altos, e baixos os teores de PB e DIVMS.

Buxton & Redfearn (1997), descrevendo sobre as limitações para utilização da fibra, afirmaram que o seu valor nutricional varia grandemente dependendo de sua composição e estrutura. Segundo os autores, o teor de fibra varia conforme o componente morfológico, maturidade, e se a planta tem ciclo fisiológico de fixação de carbono C₃ ou C₄, se é gramínea ou leguminosa. Além disso, a utilização da fibra também sofre influência do formato da partícula produzida pela mastigação do animal, composição química, presença de ceras, cutícula e de lignina.

A fibra em detergente neutro é uma variável importante, visto que geralmente contribui com mais de 50% da composição da matéria seca da forragem de gramíneas tropicais, sendo, portanto, o principal nutriente na dieta de animais em pastejo. Além disso, em muitos trabalhos a fibra em detergente neutro é correlacionada com o consumo de forragem citando-se Van Soest (1965) que sugeriu o intervalo de 55 a 60% como sendo o teor de fibra em detergente neutro acima do qual o consumo de forragem diminui. A proposição feita por Mertens (1994) de que o consumo de forragem limita-se à ingestão de 1,2% de fibra em detergente neutro em relação ao peso, também tem sido utilizada para correlacionar teor de fibra em detergente neutro com consumo de forragem.

Apesar da reconhecida importância do teor da fibra em detergente neutro, ela deve ser analisada com cautela, pois como demonstrado por Oliveira et al. (2011), as características químicas e físicas da fibra em detergente neutro podem ser discrepantes a depender do material de origem. Assim, para os autores é necessário discriminá-la para melhor compreensão dos seus efeitos no consumo. De acordo com os autores, o consumo e desempenho dos animais podem ser alterados pela proporção entre fibra

em detergente neutro indigestível e fibra em detergente neutro potencialmente degradável. Constatou-se, portanto, a relevância de se conhecer além do teor de fibra em detergente neutro, o potencial de degradação. Lima et al. (2012) demonstraram que a cana-de-açúcar possui maior teor de fibra em detergente neutro que a silagem de milho e feno de alfafa, no entanto, apresentou o menor teor de fibra em detergente neutro potencialmente degradável. A silagem de milho, por sua vez, apresentou os maiores teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente neutro potencialmente degradável e o feno de alfafa apresentou o menor teor de fibra em detergente neutro, porém com fibra em detergente neutro potencialmente degradável de 50%. Nesse sentido a análise da fibra em detergente neutro potencialmente degradável e fibra em detergente neutro indigestível fornece uma orientação a respeito da qualidade da fibra em detergente neutro.

Conforme descrito anteriormente, as alturas de vedação podem alterar as características das forragens acumuladas durante o diferimento, o que permite a inferência de possíveis interações entre alturas de vedação e o tipo ou nível de suplementação. Com base na literatura consultada, estudos com a finalidade de demonstrar como as alturas do pasto no momento da vedação, e as consequências nas características do pasto, poderiam interagir com níveis de suplementação e afetar as respostas dos animais em pastejo são raros.

3 MATERIAIS e MÉTODOS

A pesquisa foi submetida, aprovada e registrada pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo (USP/FZEA), sob número 6269250516.

Os experimentos foram implantados e conduzidos na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, USP/FZEA, localizada no município de Pirassununga, estado de São Paulo. A área experimental localiza-se à latitude 21° 57'S, longitude 47° 28'O e altitude de 661 m. O clima é classificado como subtropical do tipo Cwa segundo Köppen-Geiger (1928), com pluviosidade média anual de 1300 mm e temperatura média de 23 °C. O solo é do tipo Latossolo Vermelho-Escuro Distroférrico (EMBRAPA, 1999).

Os dados climáticos diários de precipitação e de temperaturas mínima e máxima, referentes aos períodos experimentais, foram coletados em estação meteorológica, no setor das Agrárias da USP/FZEA, distante 1600 metros da área experimental.

A área de 26,5 ha, destinada aos experimentos, era composta por 16 unidades experimentais de 1,575 ha cada, incluídos os corredores de manejo e curral (figura 2). O pasto formado pelo cultivar Marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) foi estabelecido em 1999. Todas as unidades experimentais possuíam bebedouro com enchimento automático (figura 3) e cochos fixos cobertos (figura 4) e móveis não cobertos (figura 5) para o oferecimento diário de água e suplemento, respectivamente. Adicionalmente, foram utilizados 13,1 ha formados com o mesmo cultivar para alocação de animais reguladores¹.

¹ Animais reguladores: São animais que servem apenas para adequação da taxa de lotação e da oferta de forragem em cada unidade experimental. Estes animais não são avaliados no experimento.

Figura 2. Vista aérea da área experimental.

Fonte: Google Maps.

Figura 3. Bebedouro com enchimento automático.

Fonte: Própria autoria.

Figura 4. Cocho fixo coberto utilizado para fornecimento de suplemento.

Fonte: Própria autoria.

Figura 5. Cochos móveis descobertos utilizados para suplementação.

Fonte: Própria autoria.

3.1 Etapa pré-experimental

De 20 de outubro de 2015 a, aproximadamente, 01 de março de 2016 a área foi pastejada de maneira ininterrupta, utilizando-se lotação contínua. Durante esta etapa os pastos foram mantidos entre 20 e 25 cm ajustando-se periodicamente a lotação das unidades experimentais. Entre 01 e 20 de março, por meio de ajustes na lotação, as alturas pré-determinadas para cada unidade experimental foram obtidas de acordo com os tratamentos de altura de corte.

Amostras de solo, coletadas da camada de 0 a 20 cm de profundidade utilizando o trado holandês, foram enviadas para análise química, no laboratório de solo do setor das Agrárias da FZEA/USP.

3.2 Fase 1 – Vedação dos pastos

Em 20 de março de 2016, após remoção dos animais das unidades experimentais, iniciou-se a fase de vedação dos pastos que teve duração de 112 dias, finalizando em 10 de julho de 2016. Nesta fase as unidades experimentais foram mantidas livres de pastejo.

3.2.1 *Tratamentos experimentais*

Os tratamentos avaliados foram duas alturas de pasto, 10 e 20 cm, ajustadas próximo ao momento da vedação por meio de pastejo. As alturas foram distribuídas em delineamento casualizado em blocos (DCB), com 8 repetições e medidas repetidas no tempo, totalizando 16 unidades experimentais (figura 6). Os critérios utilizados para formação dos blocos foram: ocorrência de fogo em 2014, suplementação previa e peso dos animais e da massa de forragem na etapa pré-vedação.

Ao longo da fase de vedação foram realizadas 4 avaliações das variáveis. Para facilitar a leitura do texto e compreensão dos resultados e discussões convencionou-se chamar de “período” o intervalo de tempo entre duas avaliações consecutivas. Assim:

- ✓ 1º Período - de 25/03/2016 (1ª avaliação) a 27/04/2016 (2ª avaliação)
- ✓ 2º Período - de 27/04/2016 (2ª avaliação) a 25/05/2016 (3ª avaliação)

✓ 3º Período – de 25/05/2016 (3ª avaliação) a 29/06/2016 (4ª avaliação)

Figura 6. Croqui com a distribuição dos tratamentos.

Fonte: Própria autoria.

Após a saída dos animais, porém, antes da fertilização dos pastos, a forragem foi amostrada para caracterização do resíduo, avaliando-se altura do pasto, massa de forragem, composição morfológica e bromatológica e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, seguindo-se procedimentos descritos a seguir.

3.2.2 Adubação

A partir dos resultados da análise de solo (tabela 1), realizada de acordo com Raij et al. (2001) optou-se por não realizar calagem, uma vez que, a V% média foi de 56%, considerada satisfatória para o capim-marandu de acordo com (BOLETIM 100). Os pastos foram adubados com 95 kg.ha⁻¹ de N, 40 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 80 kg.ha⁻¹ de K₂O. Foram utilizadas as seguintes fontes de nutrientes: fertilizantes 05-15-10 e 20-05-20 (N - P₂O₅ - K₂O), cloreto de potássio (K₂O), ureia (N) e superfosfato simples (P₂O₅). Os fertilizantes foram aplicados em lanço e em área total, utilizando-se distribuidor centrífugo com um disco e dosador gravimétrico acoplado ao trator. A partir da aplicação dos fertilizantes iniciou-se a fase de vedação.

Tabela 1. Parâmetros químicos e físicos do solo da área experimental

Parâmetro	Unidade	Bloco			
		I	II	III	IV
pH CaCl₂		5,5	5,1	5,4	5,1
MO	g.kg ⁻¹	28,9	21,2	19,5	19,4
P resina	mg.dm ⁻³	16,0	19,0	13,3	14,0
S		7,3	7,8	8,0	8,5
K		0,6	0,6	1,0	0,6
Ca		35,5	26,5	30,5	28,3
Mg		13,3	10,3	9,3	9,0
Al	mmol _c .dm ⁻³	0,1	0,7	0,3	0,8
H+Al		26,9	35,7	27,1	38,1
SB		49,3	37,4	40,7	37,8
CTC		76,0	73,3	68,0	76,0
V		65,0	51,1	59,8	49,4
m	%	0,2	2,1	0,8	2,6
Argila		325			
Silte		129			
areia		546			

Legenda: MO – Matéria Orgânica; P – Fósforo; S – Enxofre; K – Potássio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; Al – Alumínio; H+Al – Hidrogênio + Alumínio; SB – Soma de Bases; CTC – Capacidade de Troca de Cátions; V – Índice de Saturação por Bases; m – Índice de Saturação por Alumínio. Extratores: pH – CaCl₂; P, K, Ca e Mg – Resina Trocadora de Íons; S – Fosfato de Cálcio; Al – KCl (1M); MO – reação de dicromato de sódio com ácido sulfúrico.

3.2.3 Procedimentos de amostragem do pasto

As avaliações foram realizadas periodicamente, em média a cada 35 dias, sendo a 1ª em 20 de março; a 2ª em 24 de abril; a 3ª em 24 maio e 4ª em 29 de junho de 2016. As variáveis altura do pasto, massa de forragem, composição morfológica e bromatológica e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca foram avaliadas.

3.2.3.1 Altura do pasto

A altura do pasto foi medida em cada avaliação e constituiu-se da média de aproximadamente 80 leituras do dossel realizada em cada uma das unidades experimentais (figura 7). Um único avaliador realizou todas as leituras, utilizando régua de madeira graduada em centímetros. Os pontos de leitura eram distribuídos em caminamento “zigue-zague” de forma equidistantes.

Figura 7. Avaliação de altura do pasto.

Fonte: Própria autoria.

3.2.3.2 Massa de forragem

A massa de forragem (MF) foi mensurada em cada avaliação em todas as unidades experimentais (figura 8). Uma estrutura metálica de 1m² foi alocada em três locais distintos, escolhidos de acordo com a altura média do dossel. Nesses locais, toda a forragem contida no interior da moldura foi cortada a 2 cm do solo, utilizando-se

uma segadeira movida à gasolina (figura 8). A forragem foi homogeneizada e duas subamostras foram extraídas, sendo a primeira delas para determinação do teor de matéria seca e a outra destinada à separação morfológica e demais avaliações (figura 9).

Figura 8. Amostragem de forragem.

Fonte: Própria autoria.

Figura 9. Esquema do fluxo das amostras de forragem colhidas.

Fonte: Própria autoria.

3.2.3.3 Teor de matéria seca

Uma das subamostras era acondicionada em saco de papel, pesada e seca em estufa com circulação de ar forçada a 65 °C por 72 horas para determinação do teor de matéria seca e da massa de forragem.

3.2.3.4 Composição morfológica

Da outra subamostra era avaliada a composição morfológica a partir da separação manual em lâmina foliar, colmo + bainha e material morto. Todas essas frações eram pesadas e secas em estufa de circulação de ar forçada a 65°C por 72 horas para, em seguida, determinar a participação percentual de cada um dos componentes: lâminas foliares (LF), colmo e bainha (CB) e material morto (MM). A massa seca dos componentes morfológicos (kg.ha⁻¹) era determinada pela multiplicação da participação percentual de cada um deles pela MF (kg.ha⁻¹).

3.2.4 Valor nutritivo

3.2.4.1 Composição bromatológica

Parte das amostras de folhas obtidas com a separação morfológica foi moída em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm acoplada (figura 10). Determinaram-se nesse material os teores de proteína bruta, seguindo-se o método proposto por Nogueira e Souza (2005) e fibra em detergente neutro (FDN), segundo Van Soest et al. (1991), sem o uso de α -amilase e sulfito de sódio, utilizando o sistema ANKOM de determinação de fibras.

Figura 10. Amostras moídas e identificadas

Fonte: Própria autoria.

3.2.4.2 Digestibilidade *in vitro* da matéria seca

A segunda metade das amostras de lâminas foliares foi moída em moinho do tipo Willey com peneira de 2 mm acoplada e em seguida foi utilizada para determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Os procedimentos de análise e reagentes foram baseados no método ANKON (2005), adaptando-se o tipo de saco e equipamentos. As amostras acondicionadas em sacos de TNT foram incubadas por 48 horas em incubadora Tecnal® (figura 11) e em seguida foram lavadas com detergente neutro utilizando determinador de fibra Tecnal®.

Figura 11. Incubadora a 39 °C durante incubação de amostras por 48 horas para determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca de amostras de forragem.

Fonte: Própria autoria.

Foi utilizado, como fonte microbiana para o inóculo, líquido ruminal oriundo de três novilhas nelore fistuladas no rúmen e com peso médio de 600 kg (figura 12). As novilhas eram alimentadas com dieta à base de pasto e suplementadas com silagem e ureia, além de mistura mineral. A digestibilidade foi calculada por meio da diferença entre a quantidade inicial de amostra (início da incubação) e o resíduo da filtração.

Figura 12. Coleta de líquido ruminal e preparo de inóculo.

Fonte: Própria autoria.

3.2.5 *Análise estatística*

O modelo utilizado nas análises de altura, MF, LF-kg, CB-kg, MM-kg, LF-%, CB-%, MM-%, DIVMS, FDN e PB corresponde a de um experimento com medidas repetidas, num delineamento casualizado em blocos, com um fator de tratamento (altura de vedação) de efeito fixo, um fator longitudinal (avaliação) e as interações entre os fatores.

Os dados foram submetidos a ANOVA para medidas repetidas, utilizando o procedimento Proc Mixed do software SAS (Statistical Analysis System, versão 9.3), de acordo com Littell et al. (2006) e nível de significância de 10%. Quando a interação entre fatores resultou significativa, procedeu-se ao seu desdobramento para (i) comparar as médias dos tratamentos em cada avaliação e (ii) comparar as médias de avaliação em cada tratamento utilizando o teste de Tukey (10%).

As estruturas de covariância testadas foram: não estruturada (UN), Toeplitz (TOEP), Toeplitz com heterogeneidade de variâncias (TOEPH), autorregressiva de 1ª ordem com heterogeneidade de variâncias [ARH(1)], autorregressiva de 1ª ordem [AR(1)], simetria composta com heterogeneidade de variâncias (CSH), simetria composta (CS) e componentes de variâncias (VC). A estrutura adequada foi a que apresentou o menor valor do Critério de Informação Bayesiano (BIC).

Quando os valores de BIC foram semelhantes nos ajustes de duas ou mais estruturas de covariâncias, como critério de desempate, foram avaliados: a significância do teste da razão de verossimilhanças, comparando a estrutura atual e a mais simples (VC), o menor número de parâmetros do modelo e a significância do teste-Z (assintótico), que testa se cada parâmetro da estrutura de covariâncias é nulo.

Após a escolha da melhor estrutura e realizado o ajuste do modelo, foram excluídas as observações com resíduos estudantizados absolutos superiores a 3 e repetido o processo de escolha da melhor estrutura.

A normalidade dos erros do modelo final foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk, utilizando-se os resíduos estudentizados e nível de significância de 10%.

3.3 Fase 2 – Pastejo

A fase de pastejo foi de 10 de julho a 13 de outubro de 2016, totalizando 95 dias (figura 13).

Figura 13. Vista aérea da área experimental após fase de vedação e início do pastejo

Fonte: Própria autoria.

3.3.1 Tratamentos experimentais

Os tratamentos experimentais avaliados nesta fase foram duas alturas de vedação - 10 e 20 cm e dois níveis de suplementação - 0,3 e 0,6% do peso corporal, arranjados em esquema fatorial 2×2 (altura $\times$ suplemento), (figura 14). O delineamento experimental foi o casualizado em blocos (DCB) com 4 repetições e 4 avaliações (figura 15).

Durante a fase de pastejo foram utilizados dados para a análise estatística de quatro avaliações de pasto e três avaliações de animais. Para facilitar a leitura do texto e compreensão dos resultados e discussões convencionou-se chamar de “período” o intervalo de tempo entre duas avaliações consecutivas. Assim:

- ✓ 1º Período - de 08/07/2016 (1ª avaliação) a 11/08/2016 (2ª avaliação)
- ✓ 2º Período - de 11/08/2016 (2ª avaliação) a 12/09/2016 (3ª avaliação)
- ✓ 3º Período - de 12/09/2016 (3ª avaliação) a 13/10/2016 (4ª avaliação)

Figura 14. Tratamentos experimentais.

Fonte: Própria autoria.

Figura 15. Croqui da área experimental e distribuição dos tratamentos.

Fonte: Própria autoria.

3.3.2 Animais

Foram utilizados 122 bovinos machos não castrados da raça nelore com idade aproximada de 9 meses. O peso variou de 171 a 288 kg apresentando 227 kg de média. Os animais foram distribuídos nos blocos conforme o peso, sendo: bloco 1 – peso médio de 268 kg; bloco 2 – peso médio de 235 kg; bloco 3 – peso médio de 214 kg e bloco 4 - peso médio de 188 kg.

Os animais foram mantidos ao longo do experimento em lotação contínua, com livre acesso à água e suplemento. A retirada dos animais das unidades experimentais ocorreu apenas nas datas de pesagem para avaliação do ganho médio diário e ajuste da taxa de lotação para a adequação da oferta de forragem.

3.3.3 Suplementação

Os animais foram suplementados diariamente próximo das 11 horas (figura 16). A quantidade fornecida era determinada de acordo com a proporção de 0,3% ou 0,6% de suplemento em relação ao peso corporal do lote de animais, conforme o tratamento estabelecido em cada unidade experimental. Utilizou-se ao redor de 50 cm lineares de cocho por animal (figura 17).

Figura 16. Fornecimento de suplemento.

Fonte: própria autoria.

Figura 17. Animais consumindo suplemento.

Fonte: Própria autoria.

O suplemento foi gentilmente formulado e cedido pela empresa Rações Comigo® estimando-se animais de 250 kg com ganho médio diário de 0,7 kg e consumo esperado de suplemento de 0,6% em relação ao peso corporal. Para formulação foi estimado ainda, que a forragem apresentaria 6,5% de PB e 75% de FDN e consumo de pasto seria de 1,8% em relação ao peso corporal (figura 18).

Figura 18. Estoque de suplemento

Fonte: Própria autoria.

Para ambos os níveis de suplementação a composição de ingredientes foi similar, sendo alterada apenas as quantidades de núcleo mineral e vitamínico e monensina (tabela 2).

Tabela 2. Composição bromatológica, níveis de nutrientes e de minerais do suplemento proteico-energético (experimento 2 – 2016). Dados expressos na matéria seca.

	0,3% PC	0,6% PC
Ingrediente	Inclusão	Inclusão
Milho grão moído	50,7%	48,64%
Sorgo moído	15%	15%
Farelo de soja (46% PB)	27%	29,16%
Ureia pecuária (45% PB)	1,76%	1,77%
Optigen 97	0,83%	0,83%
Cloreto de sódio	1,35%	1,35%
Fosfato bicálcico	2,48%	2,85%
Núcleo	0,8%	0,4%
Monensina sódica	57,6 mg.kg ⁻¹	28,8 mg.kg ⁻¹
Nutrientes		
NDT (%)	77,02	77,00
PB (%)	25,00	25,80
NNP - Equiv. Prot (%)	7,1	7,10
FDA (%)	4,13	4,25
FDN (%)	7,22	7,32
Cálcio (g/kg)	6,68	7,60
Fósforo (g/kg)	8,00	8,77
Sódio (g/kg)	5,46	5,46
Magnésio (g/kg)	2,14	1,90
Enxofre (g/kg)	2,14	3,91
Cobalto (mg/kg)	0,82	0,41
Cobre (mg/kg)	30,35	15,17
Iodo (mg/kg)	1,94	0,97
Selênio (mg/kg)	0,61	0,31
Manganês (mg/kg)	80,04	40,02
Zinco (mg/kg)	192,83	96,42

Legenda: NDT – Nutrientes digestíveis totais; PB – Proteína bruta; NNP – Nitrogênio não proteico; FDA – Fibra em detergente ácido; FDN – Fibra em detergente neutro.

3.3.4 Procedimentos de amostragem, avaliação da forragem e valor nutritivo

Os pastos foram avaliados a cada 31 dias em todas as unidades experimentais, seguindo-se exatamente os mesmos procedimentos descritos na fase 1 (vedação). Assim, a altura média do pasto foi determinada a partir de 80 leituras distribuídas na unidade experimental. A forragem foi cortada em três locais representativos da altura

média, de onde duas subamostras foram retiradas, sendo a primeira para determinação do teor de matéria seca e a segunda para composição morfológica e posteriormente análise dos teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), digestibilidade *in vitro* da matéria seca. A fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e a fibra em detergente neutro potencialmente degradável (FDNpd) foram determinadas nas lâminas foliares.

3.3.5 Procedimentos de avaliação das respostas animais

3.3.5.1 Desempenho

Os animais foram pesados após 12 horas de jejum no início de cada período de avaliação o que coincide com um intervalo médio de 31 dias. Os animais de cada bloco foram pesados duas vezes, de forma aleatória, utilizando-se balança digital com precisão de 0,1 kg. O peso de cada animal era obtido a partir do valor médio oriundo da pesagem dupla. Dentre os animais de cada unidade experimental, três foram considerados “testadores” sobre os quais avaliou-se o desempenho, em um total de 48 animais. O restante dos animais foi considerado como “reguladores” e os pesos serviram para o ajuste da taxa de lotação e oferta de forragem.

Para determinação do ganho de peso médio diário individual (GMD) a diferença de peso entre duas pesagens consecutivas era dividida pelo intervalo entre as pesagens de acordo com a eq.(6).

$$\text{GMD} = (\text{Pf} - \text{Pi}) / \text{Ip} \quad (6)$$

Onde:

GMD - ganho médio diário (kg.cab⁻¹.dia⁻¹);

Pf - peso final: peso do animal no dia da pesagem (kg);

Pi - peso inicial: peso do animal no dia da pesagem anterior (kg);

Ip - intervalo entre pesagens (31 dias).

3.3.5.2 Taxa de lotação e oferta de forragem

A taxa de lotação foi ajustada logo após a pesagem dos animais em cada período experimental de forma a manter a oferta de forragem em 6 kg de massa de forragem por kg de peso corporal ($6 \text{ kg MF.kgPC}^{-1}$) ao longo de todo o experimento.

A taxa de lotação foi calculada dividindo-se o peso corporal médio do lote pela área da unidade experimental. Em seguida foi realizada a conversão para unidades animais (UA), assumindo-se que 1 UA equivale a 450 kg para animais de raça zebuína, conforme eq.(7).

$$TL = (P_{\text{total}} / \text{UA}) / \text{Área} \quad (7)$$

Onde:

TL - taxa de lotação (UA.ha^{-1});

P_{total} - somatório de peso de todos os animais presentes na unidade experimental (kg);

UA - equivalente unidade animal para raças zebuínas (450kg).

Área - área da unidade experimental (1,57ha);

O cálculo da oferta seguiu o método sugerido por Sollenberger (2005), no qual a massa de forragem média do período é dividida pelo peso médio dos animais no mesmo período, conforme eq.(8).

$$\left[(MF_i + MF_f) / 2 \right] / \left[(PC_i + PC_f) / 2 \right] \quad (8)$$

Onde:

OF: oferta de forragem ($\text{kg forragem.kg PC}^{-1}$);

MF_i : massa de forragem inicial (kg.ha^{-1});

MF_f : massa de forragem final (kg.ha^{-1});

PC_i : peso corporal dos animais no início do período de pastejo (kg).

PC_f : peso corporal dos animais no final do período de pastejo (kg).

3.3.5.3 Consumo de forragem

O consumo de forragem foi determinado utilizando-se o dióxido de titânio (TiO_2) como marcador externo e a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como

marcador interno. Cápsulas de gelatina contendo 0,833 g de TiO_2 cada uma foram fornecidas para três animais em cada unidade experimental, totalizando 48 animais. Os animais consumiam 12 cápsulas (9,996g) do marcador as 07:00 horas e 12 cápsulas (9,996g) as 16:00 horas, totalizando 19,992g diárias (figura 19).

Figura 19. Cápsulas de titânio.

Fonte: Própria autoria.

Os animais foram treinados para receber as cápsulas e consumi-las voluntariamente sem que fosse necessário removê-los da unidade experimental. Para isto, as cápsulas eram envoltas em folhas frescas de capim-elefante e fornecidas individualmente para o animal selecionado para a avaliação (figuras 20, 21 e 22).

Figura 20. Folhas de capim-elefante.

Fonte: Própria autoria.

Figura 21. Cápsulas envolvidas em folhas de capim-elefante para fornecimento aos animais.

Fonte: Própria autoria.

Figura 22. Fornecimento de cápsulas de titânio para animais.

Fonte: Própria autoria.

O dióxido de titânio foi fornecido durante 10 dias consecutivos, sendo que nos últimos quatro dias, além do fornecimento das cápsulas, também era realizada a coleta de fezes. As fezes eram coletadas aproximadamente as 07:00, 10:00, 13:00 e 16:00 horas, sendo que, em cada um dos quatro dias, eram coletadas fezes em um único horário. A coleta foi realizada após defecação espontânea, tomando-se o cuidado de coletar a porção central e superior do bolo fecal. Sacos plásticos identificados serviam simultaneamente de luva e para armazenamento das amostras durante a coleta. Em seguida, as fezes eram depositadas em recipientes de alumínio e secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 96 horas (figura 23).

Figura 23. Estufa com amostras de fezes durante secagem a 65°C.

Fonte: Própria autoria.

Todo o procedimento, do fornecimento de dióxido de titânio até a coleta de fezes, foi realizado uma vez em cada período, totalizando três vezes ao longo do experimento.

Para determinação da produção fecal eq.(9), a concentração de TiO_2 nas fezes foi determinada após digestão em ácido sulfúrico (figura 24) seguida de adição de peróxido de hidrogênio e posterior leitura por espectrofotometria seguindo-se o método INCT-CA M-007/1 proposto por Barros et al. (2012).

$$\text{PF} = \text{TiO}_{2(\text{fornecido})} / (\text{TiO}_{2(\text{fezes})} - \text{branco}) \quad (9)$$

Onde:

PF – Produção fecal (kg)

$\text{TiO}_{2(\text{fornecido})}$ – Quantidade de titânio fornecida diariamente (19,992g)

$\text{TiO}_{2(\text{fezes})}$ – Concentração de TiO_2 nas fezes (g/kg)

Branco – concentração de TiO_2 em amostras de fezes de animais que não consumiram titânio (g/kg)

Figura 24. Digestão sulfúrica de amostras de fezes – uma das etapas para determinação da concentração de dióxido de titânio nas fezes.

Fonte: Própria autoria.

A concentração do marcador interno, fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), foi determinada em amostras dos suplementos, amostras de fezes e nas lâminas foliares verdes oriundas das amostras de forragem colhidas durante os períodos experimentais.

As amostras foram moídas em moinho de facas do tipo Willey equipados com peneiras de 1 mm e a FDNi determinada conforme método INCT-CA F-008/1 proposto por Detmann et al. (2012), utilizando sacos de TNT com as amostras, que foram incubados por 288 horas em três novilhas nelore fistuladas no rúmen e com peso médio de 600 kg (figura 25). As novilhas eram alimentadas com dieta à base de pasto e suplementadas com silagem e ureia, além de mistura mineral.

Figura 25. Análise de FDNi – Inserção de amostras no rúmen de novilhas fistuladas e retirada após 288 horas de incubação.

Fonte: Própria autoria

O consumo de matéria seca de forragem foi obtido aplicando a eq.(10).

$$CMS = \frac{(FDNi_{(fezes)} * PF) - (sup * FDNi_{(suplemento)})}{FDNi_{(forragem)}} \quad (10)$$

Onde:

CMS – consumo de matéria seca de forragem (kg);

$FDNi_{(fezes)}$ – concentração de FDNi nas amostras de fezes ($g.kg^{-1}$);

PF – produção fecal (kg)

Sup – quantidade diária de suplemento consumida (kg)

$FDNi_{(suplemento)}$ – concentração de FDNi em amostras de suplemento ($g.kg^{-1}$);

$FDNi_{(forragem)}$ – concentração de FDNi em amostras de forragem ($g.kg^{-1}$).

A fibra em detergente neutro potencialmente degradável (FDNpd) foi calculada a partir da diferença entre a fibra em detergente neutro e a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi).

3.3.6 *Análise estatística*

Na fase de pastejo, o modelo utilizado nas análises de altura, MF, LF-kg, CB-kg, MM-kg, DIVMS, FDN, FDNi, FDNpd, PB, GMD, OF, TL, CMS e produtividade corresponde ao de um experimento com medidas repetidas num delineamento casualizado em blocos, com dois fatores de tratamentos (altura de vedação e nível de suplementação) de efeito fixo, um fator longitudinal (avaliação ou período) e as interações entre os fatores.

Assim como na fase de vedação, os dados foram submetidos a ANOVA para medidas repetidas, utilizando-se o procedimento Proc Mixed do software SAS e as interações significativas foram desdobradas utilizando teste de Tukey com 10% de nível de significância. A escolha das estruturas de covariância, bem como o teste de normalidade dos erros também seguiu os critérios descritos na fase de vedação.

A análise do experimento em arranjo fatorial impossibilita que alguns tratamentos sejam comparados. Assim procedeu-se a análise por meio de contrastes ortogonais, utilizando teste t ao nível de 10% de significância para comparar alguns tratamentos de interesse. Esta abordagem estatística foi realizada para a variável ganho médio diário e os contrastes foram:

I – 10cm/0,6% vs. 20cm/0,3%

II – 10cm/0,3% vs. 20cm/0,6%

4 RESULTADOS e DISCUSSÕES

4.1 FASE 1 (VEDAÇÃO)

Ao longo da fase de vedação, observa-se decréscimo na temperatura mínima média, variando de 19 a 10°C, enquanto que a temperatura máxima oscilou de 32 a 25°C (figura 26). Gramíneas tropicais de ciclo fisiológico C₄ apresentam amplitude térmica ótima para o crescimento de 25 a 35°C, enquanto que temperatura mínima na faixa de 10 a 17°C (SANTOS et al., 2008), dependendo da espécie, limita seu crescimento (LARCHER, 2003). Em média, Rolim (1980) considera a temperatura basal inferior para as plantas forrageiras tropicais como sendo 15°C. Para o capim-marandu, Lara (2007) considera temperatura média de 16°C. No 3º período, a temperatura média esteve, eventualmente, abaixo daquela considerada mínima para o crescimento (figura 26).

O mês de março, que antecedeu o início do experimento, apresentou chuvas bem distribuídas e volume total acima da média para esse mês na região de Pirassununga-SP (figuras 26 e 27). Por outro lado, no mês de abril, que coincide com o 1º período, somaram-se apenas 18 mm de chuva, ficando 71% abaixo da média da região. No mês de maio, que cobre o 2º período, o total de chuvas ficou acima da média, porém as chuvas foram concentradas no final do mês. Assim, por meio dos dados de precipitação é possível notar alta disponibilidade de chuvas previamente ao início do experimento, entretanto, a primeira metade da fase de vedação é caracterizada por escassez de chuvas.

Figura 26. Precipitação (mm) diária e temperaturas mínimas, máximas e médias diárias durante a fase de vedação do capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) vedado em duas alturas.

Fonte: Própria autoria

Figura 27. Precipitação (mm) mensal no período experimental e média histórica em Pirassununga de 1947 a 2014.

Fonte: Própria autoria

Tabela 3. Valor de P (nível de significância) e estruturas de covariância para análise de variância das variáveis de produção e valor nutritivo da forragem analisadas na fase vedação.

	Variável										
	Altura	MF	LF_kg	CB_kg	MM_kg	LF_%	CB_%	MM_%	PB_LF	FDN_LF	DIV_LF
Altura	0,0006	<0,0001	0,0004	<0,0001	<0,0001	0,0037	0,008	0,3200	0,0007	0,0008	0,0219
período	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0102	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0539	0,0122
Altura*período	<0,0001	0,2961	0,0029	0,4559	0,2489	<0,0001	0,4965	<0,0001	0,0161	0,8192	0,2001
estrutura	ARH(1)	AR(1)	ARH(1)	TOEP	VC	VC	VC	AR(1)	CSH	CS	CS

Legenda: Altura: altura do dossel (cm); MF: massa de forragem (kg.ha⁻¹); LF_kg: massa seca de lâminas foliares (kg.ha⁻¹); CB_kg: massa seca de colmos e bainhas (kg.ha⁻¹); MM_kg: massa seca de material morto (kg.ha⁻¹); LF_%: composição percentual de lâminas foliares; CB_%: composição percentual de colmos e bainhas; MM_%: composição percentual de material morto; PB_LF: teor de proteína bruta nas lâminas foliares (%); FDN_LF: teor de fibra em detergente neutro nas lâminas foliares (%); DIV_LF: digestibilidade in vitro da matéria seca das lâminas foliares (%).

Os resultados da análise de variância das variáveis de produção e valor nutritivo dos pastos de capim-marandu, nas fase de vedação, são apresentados na tabela 3.

Durante a vedação houve efeito da interação altura de vedação e avaliação na altura do dossel dos pastos de capim-marandu (tabela 3). Naqueles vedados a 10 cm, a altura foi crescente ao longo das avaliações ($P < 0,10$), enquanto que nos vedados a 20 cm, a menor altura foi observada na 1ª avaliação e maior na 4ª avaliação. Na 2ª e 3ª avaliações, as médias foram semelhantes entre si ($P > 0,10$), porém inferiores às da 4ª avaliação e superiores às da 1ª ($P < 0,10$). Em todas as avaliações, os pastos vedados a 20 cm apresentaram altura de dossel superior aos pastos de 10 cm ($P < 0,10$) (tabela 4).

A massa de forragem do capim-marandu variou apenas para altura de vedação e avaliação ($P < 0,10$), (tabela 3). Independente da altura de vedação, a menor massa de forragem foi observada na 1ª avaliação ($P < 0,10$) em relação às demais, que se mantiveram semelhantes ($P > 0,10$). Em todas as avaliações, a massa de forragem manteve-se superior nos pastos vedados a 20 cm ($P < 0,10$) (tabela 4)

Houve interação de altura de vedação e avaliação ($P < 0,10$) para a massa seca de lâminas foliares do capim-marandu (tabela 3). Os pastos vedados a 10 cm apresentaram aumento na massa seca de lâminas foliares até a 3ª avaliação ($P < 0,10$), quando então seguiu inalterada até a 4ª avaliação ($P > 0,10$). Por outro lado, nos pastos vedados a 20 cm, a menor massa seca de lâminas foliares foi observada na 1ª avaliação e a maior na 3ª avaliação, superior à da 1ª e 4ª avaliações ($P < 0,10$), porém semelhante à da 2ª avaliação. Na comparação das alturas de vedação em cada avaliação, pastos vedados a 20 cm foram superiores até a 3ª avaliação ($P < 0,10$). Entretanto, na 4ª avaliação, a massa seca de lâminas foliares foi semelhante ($P > 0,10$) entre os tratamentos como consequência da redução nos pastos a 20 cm, concomitante com a estabilização nos pastos vedados a 10 cm (tabela 4).

A massa seca de colmos e bainhas, assim como a de material morto foram influenciadas ($P < 0,10$) pela altura de vedação e avaliação (tabela 3). A massa seca de colmos e bainhas aumentou da 1ª à 2ª avaliação ($P < 0,10$), permanecendo inalterada

($P > 0,10$) até o final da vedação. A massa seca de material morto cresceu ao longo do período de vedação, com a maior média observada na 4ª avaliação, comparada às demais ($P < 0,10$). A massa seca de material morto foi semelhante entre a 1ª e 2ª avaliações e entre a 2ª e 3ª avaliações ($P > 0,10$). Pastos vedados a 20 cm apresentaram maior massa seca de colmos e bainhas e de material morto que aqueles vedados a 10 cm ($P < 0,10$) (tabela 4).

Tabela 4. Médias da altura do dossel (cm), massa de forragem (MF-kg.ha⁻¹), de lâmina foliar (LF-kg.ha⁻¹), de colmo e bainha (CB-kg.ha⁻¹) e de material morto (MM-kg.ha⁻¹) de pastos de capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) submetidos à alturas de vedação

Variável	Altura	Avaliação								Alturas de vedação			
		1		2		3		4		10 cm		20 cm	
		Média	EPM	Média	EPM	Média	EPM	Média	EPM	média	EPM	média	EPM
Altura	10	11,1 B d	1,0	15,4 B c	2,1	17,5 B b	2,4	25,3 B a	1,6				
	20	18,8 A c	1,0	29,3 A b	2,1	30,1 A b	2,4	37,8 A a	1,6				
<hr/>													
MF		3296 b	230	5895 a	230,24	6396 a	230	6578 a	230	3893 b	200	7189 a	200
<hr/>													
LF_kg	10	281 B c	88	1819 B b	179	2214 B a	135	2378 A a	146				
	20	1202 A c	78	2802 A ab	187	2990 A a	135	2464 A b	146				
<hr/>													
CB_kg		1253 b	119	1711 a	120	1855 a	110	1873 a	110	1075 b	71	2271 a	71
<hr/>													
MM_kg		1467 c		1549 bc		1861 b		2284 a		1176 b	70	2404 a	73

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,10$).

Ao longo do período de vedação, a altura do pasto aumentou. No 1º período houve o crescimento de 4,34 (10 cm) e 10,51 cm (20 cm). No 2º período, pastos vedados a 10 e 20 cm cresceram 2,06 e 0,75 cm respectivamente. No 3º período houve acréscimos de 7,84 (10 cm) e 7,70 cm (20 cm). Ressalta-se que, apesar das diferenças estatísticas, o padrão de crescimento foi semelhante para ambas alturas de vedação. Na fase inicial, pastos vedados a 20 cm cresceram cerca de 2,4 vezes mais que aqueles vedados a 10 cm, enquanto que no 2º período, apesar de lento, o crescimento foi 2,8 vezes maior dos pastos vedados a 10 cm. No 3º período, os acréscimos em altura foram semelhantes. O ritmo de aumento em altura dos dosséis deveu-se à distribuição das chuvas. Assim, observa-se que o aumento na altura coincidiu com a ocorrência prévia de chuvas, ao passo que o período de estabilização é marcado pela sua escassez. Aparentemente, o padrão de crescimento sofreu pouco efeito das temperaturas, uma vez que houve aumento de altura mesmo no período de menores temperaturas. Não se pode descartar, no entanto, que a queda de temperatura ao longo da fase de vedação pode ter comprometido a magnitude das respostas (ROLIM, 1980, LARA, 2007).

Ao longo dos períodos de avaliação, pastos vedados a 20 cm tiveram alturas maiores que aqueles vedados a 10 cm, da ordem de 70 (18,8 vs. 11,1 cm), 91 (29,3 vs. 15,4 cm), 72 (30,1 vs. 17,5 cm) e 49% (37,8 vs. 25,3 cm) superiores. O aumento da altura do dossel, para os pastos vedados a 10 e 20 cm, não foi uniforme e linear, porém, esse comportamento era esperado, independente da altura de vedação, uma vez que a técnica de vedação tem como finalidade permitir o acúmulo de massa de forragem, que, geralmente, é acompanhado do aumento na altura.

A massa de forragem teve intenso crescimento no 1º período, da ordem de 79% (2599 kg.ha⁻¹), seguido de estabilização no 2º período de 8% (501 kg.ha⁻¹) e 3º período de 2,8% (182 kg.ha⁻¹). Pastos vedados a 20 cm apresentaram 85% mais forragem (7189 vs. 3893 kg.ha⁻¹), comparados aqueles a 10 cm.

Pastos vedados a 20 cm apresentaram massa de forragem superior aqueles vedados a 10 cm, da ordem de 187% (4889 vs. 1703 kg.ha⁻¹), 93% (7763 vs. 4026 kg.ha⁻¹), 78% (8188 vs. 4603 kg.ha⁻¹) e 51% (7916 vs. 5240 kg.ha⁻¹) da 1ª a 4ª avaliação, respectivamente. Na fase inicial, as discrepâncias nas alturas de vedação 10 e 20 cm

originaram massa de forragem muito antagônicas, como era esperado. Com o passar do tempo, e pelo efeito do sombreamento em pastos vedados a 20 cm, as diferenças foram decrescendo.

A partir da 2ª avaliação é possível notar pequenos incrementos na massa de forragem ($P>0,10$) (figura 28). Mesmo que as condições climáticas não tenham sido favoráveis ao crescimento das plantas, o pequeno incremento assintótico na massa de forragem, entre 2º e 3º períodos, e que possa estar disponível aos animais em pastejo, deve ser considerado como significativo em termos de resposta biológica. A opção pela comparação dos resultados, pelo teste de médias, impossibilitou a obtenção do ponto de máxima resposta que poderia ser observado numa análise de regressão.

Figura 28. Massa de forragem (MF), de lâminas foliares (LF), de colmos e bainhas (CB) e material morto (MM) do capim-marandu, considerando duas alturas e três períodos de vedação.

Fonte: Própria autoria

Esse padrão sigmoide de crescimento da planta há muito tempo é conhecido. Brougham (1955) estudou o crescimento livre de plantas em pasto de trevo e azevém por 9 semanas e observou que da primeira à quarta semana o incremento na massa de forragem era crescente como consequência da grande quantidade de luz que chegava

à superfície, porém nem toda luz incidente podia ser utilizada pelas plantas nessa fase. Na segunda fase, que durou de 4 a 5 semanas, o incremento na massa de forragem foi constante e atingiu a taxa máxima. Com o crescimento da planta e o solo totalmente coberto, toda a luz que incidia na superfície era absorvida pelas plantas. Supostamente a absorção de energia luminosa incidente estava no máximo. Na fase final do experimento, o autor menciona que a taxa de crescimento apresentou aumento decrescente na massa de forragem, fato atribuído à passagem das plantas do estágio vegetativo para o reprodutivo. O capim-marandu durante a fase de vedação, de março a julho, já tinha passado pela fase reprodutiva e os perfilhos sobreviventes não tinham sido induzidos para tornarem-se reprodutivos. Assim, com o crescimento livre, a fase assintótica ocorreu devido ao sombreamento provocado pelo alongamento do colmo.

Tanto nos pastos vedados a 10 cm como naqueles vedados a 20 cm, não foi possível observar a fase inicial lenta da curva sigmoide elucidada por Brougham (1955), possivelmente porque as alturas de corte não foram suficientemente drásticas. Assim, é mais compreensível que estes pastos teriam começado o crescimento já na fase linear da curva, com acréscimos de 2599 kg.ha^{-1} (1º período), 501 kg.ha^{-1} (2º período) e 182 kg.ha^{-1} (3º período) de massa de forragem. É possível que os pastos vedados a 20 cm atingiram crescimento máximo ao redor da 3ª avaliação, ao passo que, os pastos vedados a 10 cm na 4ª avaliação, ainda, apresentassem algum potencial de crescimento.

A natureza assintótica do acúmulo de forragem, também, foi demonstrada claramente por Nave et al. (2013), que avaliaram a massa de forragem ao longo do tempo por dois anos. Em 2009 e 2010, iniciaram o período de crescimento em 7 e 5 datas diferentes respectivamente. Em todas as circunstâncias os pastos apresentaram alta taxa de crescimento no início, seguida de estabilização. Além disso, os autores observaram que a estabilização ocorria com diferentes massas secas de forragem, evidenciando que embora o padrão de crescimento fosse repetitivo, as massas acumuladas poderiam ser completamente diferentes.

Apesar da semelhança no aspecto geral de aumento da massa de forragem entre os pastos vedados com 10 e 20 cm, a estabilização com valores distintos para os

tratamentos revela que a diminuição da altura de vedação reduz a disponibilidade de forragem ao início do pastejo. Assim, ao término da fase de vedação, os pastos vedados a 20 cm apresentaram maior quantidade de massa de forragem do que aqueles vedados a 10 cm, com superioridade média de 51%.

Em virtude de a altura do dossel ter crescido ao longo dos períodos, esperava-se que a massa de forragem tivesse comportamento semelhante. Entretanto, ressaltase que a massa de forragem não é fruto apenas da altura do dossel e que algumas variáveis podem não apresentar efeito na altura, mas podem influenciar a massa de forragem, como por exemplo a densidade volumétrica, a densidade populacional e peso médio dos perfilhos. Nesse sentido, é possível que naqueles períodos em que foram observados incrementos na altura do dossel, contudo, sem alterar significativamente a massa de forragem podem ter ocorrido ajustes na dinâmica de perfilhamento e peso médio dos perfilhos, além de morte de tecidos.

O rebaixamento dos pastos foi realizado por meio de pastejo, fato que deve ter acentuado o desaparecimento de lâminas foliares, uma vez que, este seria o componente morfológico preferido pelos animais em pastejo (HODGSON, 1990). Assim, é compreensível que no primeiro período a massa de lâminas foliares fosse baixa, considerando toda a fase de vedação. Para os pastos vedados a 10 cm, a remoção de lâminas foliares foi, ainda, mais marcante, pois para atingir essa meta de altura maior intensidade de pastejo foi necessária.

A retomada de crescimento dos pastos e consequente aumento na altura e massa de forragem após a 1ª avaliação, deve-se principalmente ao aumento na massa de lâminas foliares e, em menor grau, ao aumento na massa de colmos e bainhas. No primeiro período, a massa de lâminas foliares aumentou mais de 6 vezes nos pastos vedados a 10 cm e mais de 2 vezes nos pastos vedados a 20 cm. O aumento na massa de colmos e bainhas, no mesmo período, foi da ordem de 1,8 e 1,2 vezes para os pastos vedados com 10 e 20 cm respectivamente. A partir da 3ª avaliação, quando as massas de lâminas foliares foram máximas, ocorreu redução desse componente nos pastos vedados a 20 cm e equilíbrio nos pastos vedados a 10 cm.

O aumento na massa de colmos e bainhas, embora esperado, foi observado de forma expressiva ($P < 0,10$) apenas no 1º período (1253 vs. 1711 kg.ha⁻¹). Nos demais períodos, os aumentos foram pequenos ($P > 0,10$). A pequena alteração na massa de colmos e bainhas foi coerente com a estabilização da altura observada no 2º período, uma vez que aumento na altura do dossel estaria associado ao alongamento dos colmos. No entanto, a massa de colmos e bainhas apresentou pequena alteração no 3º período, quando a altura do pasto voltou a aumentar. Possivelmente, o aumento na massa de colmos e bainhas não foi proporcional ao aumento da altura como reflexo da eventual diminuição do peso médio e morte de perfilhos.

Como esperado, constatou-se que a massa de colmos e bainhas foi superior para os pastos vedados a 20 cm, uma vez que esses pastos iniciaram e terminaram a fase de vedação mais altos e o aumento em altura deveu-se em grande parte à alongamento dos colmos. Por outro lado, a massa seca de material morto apresentou aumento em todos os períodos, atingindo as maiores médias na 4ª avaliação, comportamento comum em relvados mantidos em crescimento livre. Pasto vedados a 20 cm apresentaram maior massa seca de material morto.

Ponderando-se os resultados estatísticos, é possível observar que a dinâmica de crescimento da planta envolve uma etapa de crescimento inicial, na qual o aumento da massa de lâminas foliares e colmos e bainhas culminam com aumento na massa de forragem. Em seguida o balanço entre crescimento e morte de tecidos leva a estabilização na massa desses componentes, bem como da massa de forragem, no entanto, a partir dessa etapa o aumento na massa de forragem morta passa ser crescente. Chama atenção os aumentos na massa de folhas comparado aos modestos incrementos na massa dos colmos e bainhas, levando a acreditar que a produção de folhas teria sido mantida em detrimento dos colmos e bainhas.

Analisando o comportamento geral da massa de forragem e dos componentes morfológicos, ao longo dos sucessivos períodos de avaliação, é possível notar que o crescimento da comunidade de plantas foi bem alinhado com a teoria proposta por Parson et al. (1983), na qual em um relvado em crescimento a produção de novos tecidos se eleva acompanhando o aumento na fotossíntese. Nas etapas iniciais ocorre

um retardo no aparecimento de tecidos mortos, mantendo a taxa de morte baixa e acúmulo de forragem crescente. Porém, se o dossel é mantido sem corte ou pastejo além da etapa inicial, num dado momento, apesar da alta taxa de fotossíntese e da produção de massa, a morte tecidual é igual à produção de tecido levando à taxa nula de acúmulo líquido. Segundo os autores, ao sustentar esse IAF, a massa de forragem remanescente contribui para fotossíntese e segue em direção à morte.

A participação percentual de lâminas foliares na massa de forragem foi alterada pela interação de altura de vedação e avaliações ($P < 0,10$) (tabela 3). No período de vedação, os percentuais médios de lâmina foliar nos pastos vedados a 10 e 20 cm foram inferiores apenas na 1ª avaliação ($P < 0,10$), comparados às demais. Apenas na 1ª avaliação as médias foram superiores ($P < 0,10$) em pastos vedados a 20 cm, invertendo-se nas demais avaliações ($P < 0,10$) (tabela 5).

A participação percentual de colmos e bainhas foi influenciada pela altura de vedação e avaliação ($P < 0,10$) (tabela 3). No período de vedação, os percentuais médios de colmos e bainhas decresceram, sendo superior na 1ª avaliação em relação às demais ($P < 0,10$), que se mantiveram semelhantes entre si ($P > 0,10$). Pastos vedados a 20 cm mantiveram percentuais de colmos e bainhas maiores que aqueles vedados a 10 cm (tabela 5).

Para a participação percentual de material morto na massa de forragem de capim-marandu, observa-se efeito da interação altura de vedação e avaliação ($P < 0,10$) (tabela 3). Apenas na 1ª avaliação, pastos vedados a 10 cm tiveram percentual de material morto superior aqueles vedados a 20 cm ($P < 0,10$). Ao longo da vedação, pastos vedados a 10 cm apresentaram maior percentual de material morto apenas na 1ª avaliação ($P < 0,10$) em relação às demais, que se mantiveram iguais ($P > 0,10$). Para os pastos vedados a 20 cm, na 1ª e 4ª avaliações, os percentuais de material morto foram superiores ($P < 0,10$) aqueles da 2ª e 3ª avaliações, que foram iguais entre si ($P > 0,10$) (tabela 5).

Tabela 5. Médias da participação percentual de lâminas foliares (LF-%), de colmo e bainha (CB-%) e de material morto (MM-%) de pastos de capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) submetidos à alturas de vedação.

Avaliação													Alturas de vedção												
Variável	Altura	1				2				3				4				10 cm				20 cm			
		Média	EPM			Média	EPM			Média	EPM			Média	EPM			média	EPM			média	EPM		
LF_ %	10	12	B	b	2	46	A	a	2,1	48,2	A	a	2,0	46,1	A	a	2,0								
	20	24	A	b	2	39	B	a	2,3	37,2	B	a	2,0	31,3	B	a	2,0								
CB_ %		36		a	1,2	29		b	1,2	27,8		b	1,0	27,9		b	1,0	28,4		b	0,78	32,0		a	0,78
MM_ %	10	53	A	a	2	26	B	b	2,1	26,8	B	b	2,0	28,5	B	b	2,0								
	20	39	B	a	2	32	A	b	2,2	32,2	A	b	2,0	38,4	A	a	2,0								

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna não diferem entrei pelo teste de Tukey ($P>0,10$).

Ao analisar a participação percentual de lâminas foliares na massa de forragem, entre as duas alturas e no decorrer das avaliações, constatam-se que no momento da vedação os pastos vedados a 20 cm apresentavam participação percentual de lâminas foliares duas vezes superior aos de 10 cm (12 vs. 24%). Na 2ª, 3ª e 4ª avaliações, pastos vedados a 10 cm foram 17, 29 e 47% superiores respectivamente. Mesmo com essa superioridade, não foi suficiente para pastos vedados a 10 cm apresentarem mais massa de lâminas foliares, que aqueles vedados a 20 cm, exceto na 4ª avaliação que foram semelhantes ($P>0,10$).

Na composição morfológica, a participação percentual de lâminas foliares e de material morto foi inversa, considerando a comparação de médias para as duas alturas de vedação no decorrer das avaliações, enquanto que a participação percentual de colmos e bainhas decresceram da 1ª a 2ª avaliação, mantendo-se inalteradas posteriormente. A massa seca de lâminas foliares foi superior nos pastos vedados a 20 cm, exceto na 4ª avaliação, mesmo tendo sido observados maiores percentuais de material morto e menores percentuais de lâminas foliares. A massa de forragem nesses pastos, 85% superior comparado aos pastos vedados a 10 cm, compensou o menor percentual de lâminas foliares, comportamento semelhante ao verificado por Lana Sousa et al. (2012) manejando capim-piatã vedado a 20, 30 e 40 cm. Com *Urochloa decumbens*, Silva et al. (2015) observaram maior percentual de lâminas foliares em pastos vedados a menor altura, porém a massa seca de lâminas foliares foram semelhantes, à medida que o tempo de vedação aumentava.

Houve interação de altura de vedação e avaliação ($P<0,10$) nos teores de proteína bruta de lâminas foliares do capim-marandu (tabela 3). Pastos vedados a 10 cm mantiveram seus teores de proteína bruta superiores aqueles vedados a 20 cm ($P<0,10$), exceto na 3ª avaliação ($P>0,10$). Ao longo do período de vedação os teores de proteína bruta de lâminas foliares do capim-marandu decresceram, quando a vedação foi a 10 cm. Na 1ª avaliação, os teores foram superiores aqueles observados para a 3ª e 4ª avaliações ($P<0,10$), enquanto que os da 2ª avaliação foram superiores aos da 4ª avaliação ($P<0,10$) e os da 3ª avaliação semelhantes aos da 2ª e 4ª avaliações ($P>0,10$). Nos pastos vedados a 20 cm, constatam-se maiores teores de proteína bruta na 2ª e 3ª

avaliações, sendo superiores aos da 4ª avaliação ($P<0,10$) e semelhantes aos da 1ª avaliação ($P>0,10$). Os teores observados na 1ª e 4ª avaliações foram semelhantes ($P>0,10$) (tabela 6).

Os teores de fibra em detergente neutro de lâminas foliares do capim-marandu variaram ($P<0,10$) para altura de vedação e avaliações (tabela 3). Os teores médios foram diferentes apenas entre a 1ª e 3ª avaliações ($P<0,10$). Pastos vedados a 20 cm tiveram teores médios superiores aos vedados a 10 cm (tabela 6).

Para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca de lâminas foliares do capim-marandu houve efeito ($P<0,10$) da altura de vedação e avaliação (tabela 3). Na 1ª avaliação os valores foram superiores ($P<0,10$) aos observados na 3ª e 4ª avaliações que não diferiram entre si ($P>0,10$). Na 2ª avaliação a média não diferiu das observadas nas demais avaliações ($P>0,10$). Pastos vedados a 10 cm tiveram percentuais de digestibilidade superiores aqueles vedados a 20 cm ($P>0,10$) (tabela 6).

Os teores de proteína bruta da lâmina foliar do capim-marandu mantiveram-se acima do teor limite mínimo de 7%. Segundo Valadares et al. (1997) e Lazarini et al. (2009), se a forragem apresentar teores abaixo desse limite, ocorre diminuição no consumo de MS e MO e insuficiente crescimento microbiano, resultando em menor degradação da fração fibrosa da forragem e da produção de ácidos graxos voláteis (MINSON, 1990). A variação dos teores de proteína bruta, considerando as alturas de vedação, no decorrer do período, foi de 8,8 a 11,9% (10 cm) e de 7,8 a 10,1% (20 cm). A vedação a 10 cm significou, em quatro avaliações, teores superiores da ordem de 34; 9,9; 0,6 e 12% em relação àquela feita a 20 cm. Apenas na 3ª avaliação os teores foram iguais entre as alturas de vedação. Embora tenha sido observado o comportamento acima, tanto a massa seca de lâminas foliares como sua participação percentual na massa seca foram muito baixas na 1ª avaliação de pastos vedados a 10 cm, 281 kg.ha⁻¹ e 11,9%, respectivamente.

Com o avanço do período de vedação, a digestibilidade *in vitro* da matéria seca de lâminas foliares diminuiu num ritmo muito lento, ou seja, caiu 2,7% da 1ª (78,99%) a 4ª avaliação (76,83%). Gerdes et al. (2000) observaram digestibilidade *in vitro* da matéria seca de planta inteira de capim-marandu variando de 71,6 (outono) a 62,1% (inverno). A diferença entre os resultados das duas pesquisas deve-se à amostra utilizada e a altura de corte das plantas. Além disso, Gerdes et al. (2000) fizeram cortes a cada 35 dias, enquanto na presente pesquisa as amostragens foram feitas a cada 30 dias em pasto em crescimento livre por 90 dias.

Os teores de fibra em detergente neutro oscilaram de 65,2 a 67,1% da 1ª a 3ª avaliação, diminuindo para 65,7% na 4ª avaliação. Em relação aos teores de proteína bruta e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca de lâminas foliares, constata-se comportamento oposto para os teores de FDN, que aumenta entre o início e final da fase de vedação. Entre as alturas de vedação, as diferenças dos teores absolutos também são numericamente pequenas, no entanto, na análise estatística dos dados observa-se melhor valor nutritivo das lâminas foliares para os pastos vedados a 10 cm, que apresentaram maiores teores de proteína e digestibilidade e menores teores de

FDN. De qualquer forma, mesmo com bom valor nutritivo, o efeito da maturidade é deletério independente do tratamento.

O valor nutritivo observado está próximo do esperado, uma vez que se aproxima dos resultados reportados por Euclides et al. (2009). Esses autores avaliaram as lâminas foliares de *Urochloa brizantha* B178 (cv. Xaraés), *Urochloa brizantha* B112 (cv. Piatã) e *Urochloa brizantha* cv. Marandu após 28 dias de crescimento no período seco durante três anos. Eles encontraram variação nos teores médios para os três anos, variando de 47,5 a 52,6% para a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica e de 70,2 a 72,1% para a fibra em detergente neutro. Nas mesmas condições, os autores relatam teores de proteína bruta variando de 7,1 a 8,9%. Vale a pena ressaltar que os resultados de digestibilidade *in vitro* da matéria seca de lâminas foliares nesta pesquisa foram acima do esperado, comparados aos da literatura, podem ser oriundos de desajustes no método de avaliação. Mesmo assim, permitem a comparação entre tratamentos.

A diminuição do valor nutritivo, ao longo dos períodos de vedação, era esperada uma vez que o avanço da idade da planta é tido como o principal determinante do valor nutritivo da forragem produzida (MOORE; MOSER, 1995). Buxton & Redfearn (1997), afirmaram que, ao considerar as limitações na utilização da fibra, seu teor varia conforme o componente morfológico e a maturidade da planta. Euclides et al. (1990) constataram intensa variação no teor de proteína bruta e na digestibilidade das forragens de pastos vedados na medida em que estes eram utilizados em diferentes idades. A constatação demonstrada pelos autores refere-se a massa de forragem de forma geral, assim as pequenas alterações observadas no presente experimento podem ser atribuídas à análise somente das lâminas foliares.

O nível de maturidade dos perfilhos dos pastos vedados a 10 cm condicionou ao melhor valor nutritivo da forragem. Alturas de corte mais drásticas promovem maior renovação de perfilhos, uma vez que a maior remoção de meristemas apicais induz maior perfilhamento (REZENDE et al., 2008). Esses autores estudaram os efeitos de intensidades de desfolhação do capim-cameroon no período chuvoso e período seco e observaram maior número de perfilhos basais e aéreos nas desfolhações mais intensas em ambos os períodos. Difante et al. (2008) estudaram três intervalos e duas

alturas de corte e obtiveram evidências de que nos cortes mais baixos a taxa de aparecimento de perfilhos foi superior. Assim, os pastos vedados com 10 cm, no presente experimento, podem ter apresentado população mais jovem de perfilhos o que teria como consequência valor nutritivo superior.

4.1.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pastos de capim-marandu vedados ao final da estação de crescimento, época de transição verão/outono, às alturas de 10 e 20 cm, apresentam dinâmica de crescimento semelhante, embora com resposta em acúmulo diferente. A massa de forragem e de lâminas foliares tem seu ápice 70 dias após a vedação, principalmente aqueles vedados a 20 cm. No entanto, estes apresentam menor proporção de massa de lâminas foliares na massa de forragem. Por outro lado, apesar de menor massa de forragem e de lâminas foliares, os pastos vedados a 10 cm apresentam menor teor de fibra em detergente neutro e melhor digestibilidade.

A melhor opção é interromper a fase de vedação aos 70 dias da vedação, independentemente da altura de vedação. Aos 70 dias da vedação, os pastos vedados a 20 cm apresentam maior disponibilidade de lâminas foliares, embora de pior valor nutritivo. Ainda assim, este tratamento é interessante, pois na época de escassez é prudente priorizar a existência da forragem, ainda que o valor nutritivo seja pior.

Postergar a fase de vedação acima de 70 dias parece não ser a melhor escolha, pois não traz benefícios em acúmulo de forragem ou folhas, nem tão pouco, em valor nutritivo. No entanto, se a alternativa for postergar o uso do pasto por mais tempo, a vedação a 10 cm torna-se uma estratégia atrativa, pois permite maior manutenção da massa seca de folhas e melhor valor nutritivo.

A interrupção da fase de vedação antes dos 70 dias trará como benefício maior valor nutritivo, principalmente, para os pastos vedados a 10 cm, no entanto, em ambos os tratamentos, esse benefício ocorre em detrimento da produção de forragem e lâminas foliares, ou seja, comprometendo o principal objetivo da técnica de diferimento que é o acúmulo de forragem.

Apesar das considerações realizadas à cerca do período de 70 dias, destaca-se que este período pode ser diferente a depender das condições climáticas de cada ano ou região geográfica. Assim, a associação do melhor momento de uso do pasto com

alguma variável estrutural do relvado ao invés dos dias de vedação parece ser uma ferramenta mais eficiente para o manejo dos pastos vedados.

4.2 FASE 2 (PASTEJO)

Ao longo de toda a fase de pastejo, observa-se que a temperatura mínima variou de 3 a 18°C, enquanto que a temperatura máxima oscilou de 20 a 40°C (figura 29). Com esta faixa de variação o crescimento pode ter sido prejudicado pois a amplitude térmica ótima para o crescimento de gramíneas tropicais de ciclo fisiológico C₄ é de 25 a 35°C (SANTOS et al., 2008). A temperatura mínima esteve abaixo do valor crítico de 15 °C (ROLIM, 1980) durante a maior parte do período.

O período de pastejo foi caracterizado por pequenos volumes de chuvas, com valores abaixo da média para a região de Pirassununga-SP (figuras 29 e 30). Em agosto o volume de chuvas também foi pequeno, mas superior à média da região neste mês.

Figura 29. Precipitação (mm) diária e temperaturas mínimas, máximas e médias diárias durante a fase de pastejo do capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) previamente vedado em duas alturas.

Fonte: Própria autoria

Figura 30. Precipitação (mm) mensal no período experimental e média histórica em Pirassununga de 1947 a 2014.

Fonte: Própria autoria

Os resultados da análise de variância das variáveis de produção e valor nutritivo de pastos de capim-marandu e de produção animal, na fase de pastejo, são apresentados na tabela 7.

Tabela 7. Valor de P (nível de significância) e estruturas de covariância para análise de variância das variáveis de produção de forragem, valor nutritivo e de produção animal analisadas na fase de pastejo.

		Fontes de variação							Estrutura
		Altura	Suplemento	Altura* suplemento	Período	Período* Altura	Período* Suplemento	Período* Altura* Suplemento	
variáveis	altura	0,0002	0,6565	0,8451	<0,0001	<0,0001	0,9254	0,694	AR(1)
	MF	0,0003	0,603	0,9947	<0,0001	0,1148	0,1585	0,469	AR(1)
	LF_kg	0,0046	0,6142	0,3312	<0,0001	0,0307	0,7223	0,2526	VC
	CB_kg	0,0004	0,8271	0,8265	<0,0001	0,3072	0,0831	0,6422	AR (1)
	MM_kg	<0,0001	0,2355	0,6693	<0,0001	0,1108	0,6453	0,8417	VC
	LF_%	<0,0001	0,3674	0,3047	<0,0001	0,0211	0,3759	0,3395	AR(1)
	CB_%	0,0032	0,752	0,6458	0,0199	0,9513	0,2953	0,8029	VC
	MM_%	<0,0001	0,7563	0,7828	<0,0001	0,0541	0,2257	0,2647	VC
	PB_LF	0,0018	0,8713	0,9048	<0,0001	<0,0001	0,2631	0,4935	VC
	FDN_LF	0,2585	0,0983	0,6244	0,0006	0,5761	0,8848	0,5979	VC
	DIV	0,2678	0,0860	0,6771	<0,0001	0,1260	0,7653	0,4499	VC
	FDNi	0,0050	0,2332	0,0119	<0,0001	0,2001	0,1279	0,9026	VC
	FDNpd	0,0158	0,7184	0,0225	<0,0001	0,5137	0,1619	0,8186	VC
	CMS	0,5382	0,0037	0,9012	<0,0001	0,5238	0,7962	0,1227	VC
	GMD	0,0129	0,0235	0,8124	0,6321	0,1412	0,365	0,7725	VC
LOTAÇÃO	0,0001	0,8703	0,8389	0,0002	0,0098	0,7177	0,0282	CS	
PROD tot	0,0115	0,0387	0,6337						

Altura: altura do dossel (cm); MF: massa de forragem (kg.ha⁻¹); LF_kg: massa seca de lâminas foliares (kg.ha⁻¹); CB_kg: massa seca de colmos e bainhas (kg.ha⁻¹); MM_kg: massa seca de material morto (kg.ha⁻¹); LF_%: composição percentual de lâminas foliares; CB_%: composição percentual de colmos e bainhas; MM_%: composição percentual de material morto; PB_LF: teor de proteína bruta nas lâminas foliares (%); FDN_LF: teor de fibra em detergente neutro nas lâminas foliares (%); DIV_LF: digestibilidade in vitro da matéria seca das lâminas foliares (%); FDNi: : teor de fibra em detergente neutro indigestível nas lâminas foliares (% da matéria seca), FDNpd: : teor de fibra em detergente neutro potencialmente degradável nas lâminas foliares (% da FDN), CMS: consumo de matéria seca (forragem+suplemento - % do peso corporal), GMD: ganho médio diário (kg.animal⁻¹.dia⁻¹), Lotação: (UA_(450kg).ha⁻¹), Prod_tot: produtividade na fase de pastejo (kgpeso corporal.ha⁻¹).

Ao longo da fase de pastejo, observou-se efeito da interação entre altura de vedação e avaliações ($P<0,10$) para as variáveis altura do dossel e massa seca de lâminas foliares (tabela 7). Houve efeito de altura de vedação e da interação entre avaliações e nível de suplemento ($P<0,10$) na massa seca de colmos e bainhas (tabela 7). A massa de forragem e a massa seca de material morto sofreram efeitos das alturas de vedação e das avaliações ($P<0,10$), (tabela 7).

Pastos vedados a 20 cm foram mais altos ($P<0,10$) em todas as avaliações. Independente da altura de vedação, com o avançar dos períodos as alturas do dossel foram decrescentes ($P<0,10$) (tabela 8).

As médias de massa de forragem foram semelhantes na 2ª e 3ª avaliações e foram superiores às observadas na 1ª e 4ª avaliações, que não diferiram entre si. Os pastos vedados com 20 cm apresentaram maior massa de forragem ($P<0,10$), comparados aos vedados a 10 cm (tabela 8).

Nos pastos vedados a 10 cm, as maiores massas secas de lâminas foliares foram observadas na 1ª (2378 kg.ha^{-1}) e 2ª (2113 kg.ha^{-1}) avaliações, que não diferiram entre si. A massa de lâminas foliares foi intermediária na 3ª avaliação (1606 kg.ha^{-1}) e o menor valor ocorreu na 4ª avaliação (835 kg.ha^{-1}). Nos pastos vedados com 20 cm, a massa seca de lâminas foliares foi decrescente ao longo da fase de pastejo ($P<0,10$). Na 1ª avaliação não houve diferença entre os pastos vedados a 10 e 20 cm ($P>0,10$), enquanto que na 2ª, 3ª e 4ª avaliações, as maiores massas secas de lâminas foliares foram constatadas para os pastos vedados a 10 cm ($P<0,10$) (tabela 8).

Pastos vedados a 20 cm apresentaram maior massa de colmos e bainhas ($P<0,10$). Para o nível de suplementação de 0,3%, maior massa de colmos e bainhas foi observada na 3ª avaliação e não diferiu das médias da 2ª avaliação ($P<0,10$). Na 1ª avaliação, a média foi semelhante ($P>0,10$) aquelas observadas na 2ª e 4ª avaliações. A média da 2ª avaliação diferiu apenas da 4ª avaliação ($P<0,10$). Para o nível de suplementação de 0,6%, a massa de colmos e bainhas na 3ª avaliação foi superior à massa na 4ª avaliação. As médias da 1ª e 2ª avaliações ($P>0,10$) foram semelhantes

entre si e não diferiram da 1ª e nem da 2ª. A massa de colmos e bainhas não diferiu entre os níveis de suplementação em nenhuma das avaliações ($P>0,10$) (tabela 8).

A massa seca de material morto aumentou da 1ª à 3ª avaliação, enquanto que na 4ª avaliação observou-se superioridade ($P<0,10$) em relação à 1ª avaliação e semelhança ($P>0,10$) às médias constatadas na 2ª e 3ª avaliações. Os pastos vedados com 20 cm apresentaram maior massa seca de material morto ($P<0,10$), em relação aqueles vedados a 10 cm (tabela 8).

Tabela 8. Médias da altura do dossel (cm), massa de forragem (MF-kg.ha⁻¹), de lâmina foliar (LF-kg.ha⁻¹), material morto (MM-kg.ha⁻¹), de colmo e bainha (CB-kg.ha⁻¹) de pastos de capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) submetidos à alturas de vedação e no período de pastejo.

		Avaliações												Alturas de vedação			
		1				2				3				4			
		Média		EPM		Média		EPM		Média		EPM		Média		EPM	
Altura		10 cm		20 cm		Média		EPM		Média		EPM		Média		EPM	
Altura	10	25,3	B	a	1,07	22,1	B	b	1,07	18,2	B	c	1,07	13,6	B	d	1,07
	20	37,6	A	a	1,08	31,7	A	b	1,07	25,9	A	c	1,07	19,0	A	d	1,07
MF		6578	b	247		7500	a	247		7624	a	247		6284	b	247	
LF_kg	10	2378	A	a	111	2113	A	a	111	1606	A	b	111	835	A	c	111
	20	2464	A	a	111	1716	B	b	111	1001	B	c	120	565	B	d	111
MM_kg		2284	c	145		3605	b	145		4185	a	151		4044	ab	145	
		Avaliações												Alturas de vedação			
		1				2				3				4			
		média		EPM		média		EPM		média		EPM		média		EPM	
suplem		10 cm		20 cm		média		EPM		média		EPM		média		EPM	
CB_kg	0,3	1723	A	bc	152	2017	A	ab	152	2313	A	a	159	1448	A	c	152
	0,6	2023	A	ab	152	1943	A	ab	152	2043	A	a	152	1633	A	b	152
		1469	B	110		2317	A	110									

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,10$).

No início do pastejo, os pastos submetidos ao tratamento de vedação apresentavam diferentes alturas do dossel. Com o avanço dos períodos de pastejo, a altura dos pastos apresentou-se decrescente nas duas condições impostas como consequência do balanço negativo entre pastejo e crescimento. Nesse período esperava-se pequenas taxas de crescimento, mesmo porque as condições climáticas não eram favoráveis ao crescimento das plantas. O maior decréscimo, observado nos pastos vedados a 20 cm (18,6 cm = de 37,6 para 19,0 cm) em relação aos pastos vedados a 10 cm (11,7 cm = de 25,3 para 13,6 cm), deveu-se a maior taxa de lotação necessária para manter a oferta de forragem, utilizada como critério de manejo.

Após o desdobramento, a ausência de efeito da interação, concomitante com o efeito das alturas de vedação revela que ao longo das datas de avaliação os tratamentos apresentaram comportamentos semelhantes, porém em patamares de valores distintos.

As alturas de vedação influenciaram a massa de forragem no início da fase de pastejo, sendo observado maiores quantidades nos pastos vedados a 20 cm, cerca de 36% superior aos de 10 cm (8064 vs. 5929 kg.ha⁻¹). Para ambos os tratamentos, o aumento na massa de forragem, seguido de estabilização e finalizando com diminuição, revela que o saldo entre acúmulo de forragem e o desaparecimento por pastejo ou perdas foi positivo no 1º período (922 kg.ha⁻¹), muito baixo no 2º período (124 kg.ha⁻¹) e negativo no 3º período (-1340 kg.ha⁻¹) de pastejo.

Levando-se em conta que a altura do dossel diminui ao longo das avaliações, era esperado que a massa de forragem também diminuísse, no entanto, o padrão de comportamento observado para a massa de forragem foi antagônico aquele observado para altura. Este fato evidencia que a correlação entre massa de forragem e altura não deve ser considerada com rigor extremo, ainda mais considerando áreas pastejadas. Possivelmente, a continuidade no acúmulo de forragem pela população de perfilhos associada ao surgimento de novos perfilhos contribuiu com a elevação da massa de forragem, sem, contudo, afetar a altura do dossel. A altura do dossel parece ser mais sensível ao pastejo do que a massa de forragem. Um fator importante a ser considerado é que a oferta de forragem utilizada ao longo do experimento foi generosa,

amenizando o desaparecimento de forragem. Aumento na massa de forragem no 1º período, seguido de manutenção no 2º, pode ser ainda decorrente do volume de chuva em junho e agosto, que embora pequenos foram acima da média da região.

Apesar dos efeitos observados, a massa de forragem esteve ao longo de toda a fase de pastejo acima de 2000 kg de MS.ha⁻¹ preconizados por Minson (1990) e NRC (1996), e considerado em diversas publicações como sendo uma massa crítica, abaixo da qual o consumo e seletividade estariam prejudicados. Os valores observados estiveram ainda, acima de 4600 kg de MS.ha⁻¹ sugeridos por Euclides et al. (1992), que seria a massa crítica mais adequada para espécies tropicais. Assim, é provável que a massa de forragem, durante o pastejo, esteve acima do mínimo para garantir a seletividade e evitar diminuição no consumo de forragem.

Nas duas condições de vedação, o início do pastejo deu-se com a mesma massa seca de lâminas foliares (2378 vs. 2464 kg.ha⁻¹), porém da 1ª à 2ª avaliação os pastos vedados a 10 cm mantiveram a mesma massa (2378 vs. 2113 kg.ha⁻¹), enquanto aqueles a 20 cm diminuíram (2464 vs. 1716 kg.ha⁻¹), o que evidenciou a maior massa seca de lâminas foliares nos pastos vedados a 10 cm. A partir da 2ª avaliação, ambos os tratamentos seguiram em queda até o final do experimento, de forma que a superioridade dos pastos vedados a 10 cm foi mantida até a 4ª avaliação.

A queda na massa seca de lâminas foliares, ao longo dos períodos da fase de pastejo era esperada, uma vez que as lâminas foliares são o componente morfológico preferido pelos animais em pastejo (HODGSON, 1990). Além disso, durante o processo de pastejo é provável que eventuais perdas ocorram. Adicionalmente, com as condições climáticas típicas do inverno é comum a diminuição na taxa de aparecimento de novos tecidos associada à altas taxas de senescência.

Essa diferença no padrão de resposta entre as alturas de vedação deve estar ligada à taxa de lotação utilizada. A taxa de lotação foi definida utilizando-se o critério de oferta de forragem a partir da massa de forragem total, e por esse motivo ela foi superior nos pastos vedados a 20 cm, uma vez que estes apresentavam maior massa de forragem. Entretanto, ao iniciar a fase de pastejo, não havia diferença na massa seca

de lâminas foliares, porém com maior lotação, estes pastos perderam mais folhas em virtude do pastejo.

Por outro lado, os suplementos tiveram efeitos distintos nas avaliações, com a massa de colmos e bainhas crescente da 1ª à 3ª avaliação (1723 vs. 2313 kg.ha⁻¹) e em seguida diminuiu (1448 kg.ha⁻¹), quando o nível de suplementação era de 0,3%. Quando foi utilizado nível de suplementação de 0,6%, a massa seca de colmos e bainhas permaneceu constante da 1ª à 3ª avaliação (2013 vs. 2043 kg.ha⁻¹), quando a partir de então, houve diminuição (1633 kg.ha⁻¹). Ao desdobrar a interação não foi observado efeito dos níveis de suplementação. As alturas de vedação apresentaram efeito isolado de forma que nos pastos vedados a 20 cm, a massa de colmos e bainhas foi superior (2317 vs. 1469 kg.ha⁻¹).

Para o percentual dos componentes morfológicos na massa de forragem, houve efeito ($P<0,10$) da interação altura de vedação e avaliações na participação de lâminas foliares. Para o percentual de colmos e bainhas houve efeito ($P<0,10$) de altura de vedação e avaliações. Para o percentual de material morto houve interação de altura de vedação e avaliações ($P<0,10$) (tabela 07).

A participação percentual das lâminas foliares na massa de forragem foi superior para os pastos vedados a 10 cm em todas as avaliações. A interação, no entanto, ocorreu porque na altura de 10 cm o decréscimo foi constante ao longo das avaliações (de 46,1 a 15,1%), ao passo que na altura de 20 cm houve decréscimo da 1ª à 3ª avaliação (de 31,3 a 11,7%) e similaridade entre a 3ª e 4ª avaliações (11,7 vs. 8,4%). Apesar da interação, ambos os tratamentos apresentaram diminuição no percentual de folhas (tabela 9).

O percentual de colmos e bainhas foi semelhante ($P>0,10$) da 1ª à 3ª avaliação (de 0,94 a 0,98%), quando ocorreu pequena diminuição ($P<0,10$). Entre as alturas de vedação, os pastos vedados a 20 cm apresentaram maior percentual de colmos e bainhas (28,5 vs. 24,6%). A participação percentual de material morto foi superior nos pastos vedados a 20 cm na 1ª, 2ª e 3ª avaliações e na 4ª avaliação não houve diferença

entre as alturas de vedação. Em ambas as alturas de vedação, a percentual de material morto foi crescente ao longo de toda a fase de pastejo (tabela 09).

Tabela 9. Médias da participação percentual de lâminas foliares (LF-%), de colmo e bainha (CB-%) e de material morto (MM-%) de pastos de capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) submetidos à alturas de vedação.

		Avaliações								Alturas de vedação			
		1		2		3		4		10 cm		20 cm	
		Média	EPM	Média	EPM	Média	EPM	Média	EPM	Média	EPM	Média	EPM
LF_%	10	46,1	A a 1,50	34,9	A b 1,50	24,2	A c 1,50	15,1	A d 1,50				
	20	31,3	B a 1,50	19,7	B b 1,50	11,7	B c 1,59	8,4	B c 1,50				
CB_%		27,9	a 0,94	26,1	ab 1,06	28,2	a 0,98	24,2	b 0,94	24,6	b 0,71	28,5	a 0,68
MM_%	10	26,2	B d 1,66	44,0	B c 1,66	49,4	B b 1,53	62,5	A a 1,53				
	20	38,4	A d 1,53	52,3	A c 1,53	58,1	A b 1,66	65,7	A a 1,53				

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,10$).

Os teores de proteína bruta das lâminas foliares sofreram efeitos da interação entre alturas de vedação e avaliações ($P < 0,10$) (tabela 07). Nos pastos vedados a 10 cm, o maior teor de proteína bruta foi observado na 1ª avaliação (8,81%) e o menor na 2ª avaliação (6,73%). Na 3ª avaliação (7,48%), o teor foi intermediário e na 4ª avaliação (7,16%) constatou-se menor teor que o observado na 1ª avaliação, no entanto, sem diferença da 2ª e 3ª avaliações. Nos pastos vedados a 20 cm, o menor e maior teor foi observado na 2ª (6,76%) e 4ª (10,02%) avaliações, respectivamente. Os teores de proteína bruta registrados na 1ª (7,85%) e 3ª (8,16%) avaliações foram intermediários e semelhantes entre si ($P > 0,10$). Na 1ª avaliação, os pastos vedados a 10 cm apresentaram maior teor de proteína bruta. Na 2ª avaliação não houve diferença entre as alturas de vedação e na 3ª e 4ª avaliações, maiores teores foram constatados para os pastos vedados a 20 cm (tabela 10).

Os teores de fibra em detergente neutro variaram devido aos efeitos das avaliações e níveis de suplementação ($P < 0,10$). Na 1ª (65,7%) e 2ª (65,7%) avaliações, os teores foram semelhantes entre si ($P > 0,10$). O maior teor foi observado na 3ª (68,1%) avaliação, e diferiu dos observados na 1ª e 2ª avaliações. O teor observado na 3ª avaliação (66,7%) não diferiu do observado nas outras avaliações ($P > 0,10$). Os pastos onde foram utilizados nível de 0,3% de suplementação tiveram maior teor de fibra em detergente neutro (66,9%) (tabela 10).

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca das lâminas foliares foram influenciadas pela avaliação e níveis de suplementação ($P < 0,10$) (tabela 07). Os percentuais foram decrescentes até a 3ª avaliação (76,83 a 72,37%). Entre a 3ª e 4ª avaliações não houve diferença (72,37 vs. 73,91%, $P > 0,10$). Na comparação entre níveis de suplementação, o tratamento de 0,6% apresentou maior digestibilidade (75,2 vs. 74,1%) (tabela 10).

Tabela 10. Médias dos teores de proteína bruta (PB%), fibra em detergente neutro (FDN%) e da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS%) de lâminas foliares de pastos de capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) durante fase de pastejo.

		Avaliações										Níveis de suplementação			
		1		2		3		4		0,3%		0,6%			
		Altura	média	EPM	média	EPM	média	EPM	média	EPM	média	EPM	média	EPM	
PB_LF	10 cm	8,81	A a	0,21	6,73	A c	0,21	7,48	B b	0,21	7,16	B cb	0,22		
	20 cm	7,85	B b	0,21	6,76	A c	0,21	8,16	A b	0,21	10,02	A a	0,22		
FDN_LF		65,7	b	0,4	65,7	b	0,4	68,1	a	0,4	66,7	ab	0,4		
DIV_LF		76,83	a	0,57	75,36	ab	0,57	72,37	c	0,57	73,91	bc	0,57		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,10$).

Os teores de fibra em detergente neutro indigestível foram influenciados pela avaliação e pela interação entre altura de vedação e níveis de suplementação ($P < 0,10$) (tabela 07). Na 1ª (12,30%) e 2ª (12,40%) avaliações, os teores de fibra em detergente neutro indigestível foram semelhantes entre si ($P > 0,10$) e inferiores ($P < 0,10$) aos observados na 3ª (14,39%) e 4ª (13,86%), que também não diferiram entre si ($P > 0,10$). Nos pastos vedados a 10 cm não houve diferença entre os suplementos ($P > 0,10$), enquanto que naqueles vedados a 20 cm, o teor de fibra em detergente neutro indigestível foi maior quando do uso de suplementação ao nível de 0,3% (13,98% vs. 13,17%). Utilizando-se 0,3% de suplementação, maior fibra em detergente neutro indigestível foi observada nos pastos de 20 cm (13,98%). Para o nível de 0,6% de suplemento não houve efeito das alturas (13,07 vs. 13,17%, $P > 0,10$) (tabela 11).

Os teores de fibra em detergente neutro potencialmente degradável foram influenciados pela avaliação e pela interação entre altura de vedação e níveis de suplementação ($P < 0,10$) (tabela 07). Os teores de fibra em detergente neutro potencialmente degradável foram semelhantes ($P > 0,10$) entre a 1ª (81,27%) e 2ª (81,13%) avaliações e superiores ($P < 0,10$) aos teores observados na 3ª (78,86%) e 4ª (79,23%) avaliações, que não diferiram entre si ($P > 0,10$). Pastos vedados a 10 cm apresentaram teores de fibra em detergente neutro potencialmente degradável semelhantes ($P > 0,10$) entre os níveis de suplementação ($P > 0,10$). Naqueles vedados a 20 cm, também não houve diferença entre os níveis de suplementação. Quando do uso de 0,3% de suplementação maior teor de fibra em detergente neutro potencialmente degradável foi constatado para altura de 10 cm (80,89 vs. 79,24%). Utilizando-se 0,6% de suplementação não houve efeito das alturas de vedação ($P > 0,10$) (tabela 11).

Tabela 11. Médias dos teores de fibra em detergente indigestível (FDNi-% - porcentagem da matéria seca), fibra em detergente neutro potencialmente degradável (FDNpd-% - porcentagem da FDN) de lâminas foliares de pastos de capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) durante fase de pastejo.

		Níveis de suplementação								Avaliações								
		0,30%				0,60%				1		2		3		4		
		altura		Média	EPM	Média	EPM	média	EPM	média	EPM	média	EPM	média	EPM			
FDNi	10	12,73	B	a	0,18	13,07	A	a	0,18	12,30	b	0,18	12,40	b	0,18	14,39	a	0,18
	20	13,98	A	a	0,18	13,17	A	b	0,18									
FDNpd	10	80,89	A	a	0,29	80,21	A	a	0,29	81,27	a	0,29	81,13	a	0,29	78,86	b	0,29
	20	79,24	B	a	0,29	80,14	A	a	0,29									

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,10$).

Apesar das alterações observadas ao longo das avaliações, destaca-se que o teor de proteína bruta excedeu o limite de 7%, necessário para atender a demanda dos microrganismos ruminais (VAN SOEST, 1994; VALADARES et al., 1997a; LAZARINI et al., 2009) na maior parte da estação de pastejo, estando abaixo desse limite apenas na segunda avaliação. Adicionalmente, a digestibilidade analisada foi alta, fornecendo um indício de que a proteína bruta, embora em baixa proporção, teria alto potencial de aproveitamento.

No presente experimento o teor de fibra em detergente neutro variou de 65,6 a 68,0%, ficando próximo ao intervalo de 60 a 67% reportado por Santos et al. (2008) e pouco abaixo de 71,3% mencionado por Euclides et al. (2009) para a média de três cultivares de *Urochloa brizantha* em um estudo com duração de três anos. Ao longo das avaliações nota-se que o teor de fibra em detergente neutro, embora com pequena magnitude aumentou na porção central da estação de pastejo e em seguida apresentou indícios de diminuição.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca das lâminas foliares variou de 72,37 a 76,83%, valores tidos como altos, quando comparados ao intervalo de 49,7 a 64,3% reportados por Lima et al. (2012) em amostras de pastejo simulado de *Urochloa brizantha* cv. Piatã e quando comparado à média de 50,7% de digestibilidade da matéria orgânica descrito por Euclides et al. (2009) em amostras de folhas de três cultivares de *Urochloa brizantha*. Euclides et al. (2000) avaliaram a digestibilidade *in situ* da matéria seca de amostras de extrusa esofágica colhidas no período seco. Os autores encontraram valores de 65 e 63,3% para *Urochloa decumbens* e *Urochloa brizantha* respectivamente, percentuais considerados abaixo dos encontrados no presente experimento. Os altos percentuais constatados podem ter sido devido a possíveis desajustes durante a avaliação da digestibilidade, no entanto, deve ser considerado que a fibra em detergente neutro potencialmente degradável também foi alta, fato que justifica o elevado padrão de digestibilidade.

Os teores de fibra em detergente neutro indigestível observados estão próximos daqueles reportados por Santos et al. (2008) para lâminas foliares de *Urochloa decumbens* (12-13%). A partir do teor médio (FDNi), constata-se que ao redor de 19,8%

do total da fibra em detergente neutro era teoricamente indigestível, teor bem menor que 28 e 51,8% reportados por Oliveira et al. (2011) para silagem de milho e cana-de-açúcar, respectivamente.

Os teores de fibra em detergente neutro potencialmente degradável variaram de 78,86 a 81,27% em relação ao teor de fibra em detergente neutro e podem ser considerados elevados, uma vez que superaram os valores de 72 e 48,2% reportados por Oliveira et al. (2011) para silagem de milho e cana-de-açúcar, respectivamente. Levando-se em conta o teor médio de 66,8% de fibra em detergente neutro, a fibra em detergente neutro potencialmente degradável corresponde a aproximadamente 53,4% da matéria seca total, superando o valor médio de 50,7% reportado por Santos et al. (2008). Essas considerações evidenciam o alto potencial de aproveitamento da fibra em detergente neutro no presente experimento.

Ao longo das avaliações nota-se aumento no teor de fibra em detergente neutro indigestível no terço médio da fase de pastejo, acompanhado da diminuição da fibra em detergente neutro potencialmente degradável. No terço final da fase de pastejo, as alterações numéricas indicam possível diminuição no teor de fibra em detergente neutro indigestível e aumento da fibra em detergente neutro potencialmente degradável, no entanto, estas alterações são de pequena grandeza e não puderam ser detectadas pelo teste estatístico.

Considerando os padrões de comportamento das variáveis, ao longo das avaliações, percebe-se acentuada diminuição no valor nutritivo na etapa inicial da fase de pastejo. Porém, na segunda metade da fase de pastejo é possível notar indícios de recuperação do valor nutritivo. Estatisticamente, a elevação do valor nutritivo pode ser comprovada apenas pelo teor de proteína bruta na última avaliação. Ainda assim, chama atenção as discretas alterações nos valores das outras variáveis. Por menor que sejam as alterações, elas sempre ocorrem no sentido de melhorar o valor nutritivo, seja diminuindo os teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente neutro indigestível ou aumentando os teores de fibra em detergente neutro potencialmente degradável e digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Embora inesperadas, alterações semelhantes foram observadas por Santos et al. (2008). De acordo com os autores o

incremento em valor nutritivo ao final da estação de pastejo estaria vinculado ao comprimento e idade das folhas. Ao iniciar a estação de pastejo, as folhas presentes no dossel teriam origem em perfilhos basais e por isso seriam mais compridas apresentando por esse motivo maior proporção de nervura e tecidos estruturais. Ao término da estação de pastejo, segundo os autores, as folhas são mais jovens e originárias de perfilhos aéreos, sendo, portanto, mais curtas e com menor quantidade de tecidos estruturais. Os autores complementam, ainda, que no início da estação de pastejo, quando as condições climáticas favorecem o crescimento das folhas a conversão de fotoassimilados em tecido estrutural é mais intensa. O efeito das estações do ano sobre o valor nutritivo foi demonstrado por Gerdes et al. (2000) que estudaram o valor nutritivo de 5 gramíneas ao longo das quatro estações do ano e concluíram que maior valor nutritivo é observado no outono e o menor VN no verão. Apesar da fase de pastejo ter sido concentrada no inverno e não no outono, o trabalho citado fornece indícios que o valor nutritivo não é necessariamente menor na estação de menor crescimento da forragem.

Entre os níveis de suplementação, o tratamento de 0,6% apresentou menor teor de fibra em detergente neutro (66,9 vs. 66,1%) e maior digestibilidade *in vitro* da matéria seca (75,2 vs. 74,1%), o que condiz com melhor valor nutritivo. Apesar do efeito significativo, as diferenças são pequenas, levando a crer que esta diferença seja irrelevante do ponto de vista da nutrição animal. Porém, estas mesmas diferenças de valor nutritivo podem indicar diferentes padrões de seleção e coleta de forragem durante o pastejo. É possível que nos pastos onde os animais receberam 0,6% de suplemento, por conta do maior aporte de nutrientes advindo do suplemento, os animais tiveram condições de intensificar a seleção da forragem, rejeitando assim as folhas mais velhas, de médio e pior valor nutritivo. De forma diferente, os animais que consumiram suplementos ao nível de 0,3% foram forçados a ingerir, além das folhas mais jovens, também aquelas de valor nutritivo médio. Esta dinâmica de seleção e pastejo pode ter feito com que a forragem remanescente após cada data de avaliação apresentasse valor nutritivo superior nos pastos onde os animais receberam 0,6% de suplemento.

Na análise estatística da fibra em detergente neutro potencialmente degradável e digestibilidade *in vitro* da matéria seca observam-se interações entre alturas de vedação e níveis de suplementação. Esses resultados reforçam a existência de diferentes padrões de seleção e coleta de forragem pelos animais durante o pastejo. Analisando-se as interações é possível construir raciocínio análogo ao descrito para fibra em detergente neutro e digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Os pastos vedados a 20 cm apresentavam maior massa de forragem e, conseqüentemente, maior taxa de lotação foi necessária para padronização da oferta de forragem. Levando-se em consideração que massa de lâminas foliares no início da fase de pastejo era semelhante entre os pastos, a maior taxa de lotação intensificou a remoção de lâminas foliares. Considerando a seletividade animal, espera-se que as folhas de pior valor nutritivo sejam rejeitadas e permaneçam no dossel. No entanto, no nível de suplementação de 0,6%, devido ao maior aporte de nutrientes, permitiu aos animais rejeitar mais folhas que os animais consumindo 0,3% de suplemento. Assim, a forragem analisada em cada avaliação possuía pior valor nutritivo, com maior teor de fibra em detergente neutro indigestível e, numericamente, menor teor de fibra em detergente neutro potencialmente degradável nos pastos de 20 cm que receberam suplemento de 0,3%.

De forma oposta, os pastos vedados a 10 cm foram ocupados com menor taxa de lotação, uma vez que apresentaram menor massa de forragem. Nesses pastos a oportunidade de seleção da forragem foi alta, eliminando-se assim possíveis efeitos do nível de suplementação no valor nutritivo da forragem.

Ao nível de suplementação 0,3%, com menor fornecimento de nutrientes, os animais necessitaram recorrer com maior intensidade ao pastejo. Nessa situação, os pastos vedados a 20 cm propiciaram menor seletividade e sobra de forragem de menor valor nutritivo. Por outro lado, os pastos vedados com 10 cm teriam dado condições suficientes para seleção, permitindo sobras de forragem de maior valor nutritivo.

Segundo Doble (1971), à medida que a digestibilidade, considerada fator qualitativo, aumenta é necessária menor quantidade de forragem disponível para

obtenção de desempenhos animais semelhantes. Sollenberger & Vanzant (2011) discutiram sobre a possível interação do valor nutritivo com a massa de forragem. Eles concluíram que o valor nutritivo pode explicar até 50% da resposta animal quando a massa de forragem não é limitante. Do contrário, a massa de forragem tem um impacto de até 90% sobre o desempenho animal. Segundo os autores, à medida que o valor nutritivo aumenta, menores massas de forragem são necessárias para obtenção de desempenhos similares.

As variáveis consumo de matéria seca (CMS), ganho médio diário (GMD) e taxa de lotação (TL), utilizadas para descrever as respostas em produção animal são descritas em função dos períodos ao invés das avaliações.

O consumo de matéria seca (forragem + suplemento) teve efeito de períodos e níveis de suplementação (tabela 07). Menor consumo foi observado no 1º período (2,03%). No 2º (2,60%) e 3º (2,67%) períodos, o consumo foi semelhante entre si ($P>0,10$) e superior ($P<0,10$) ao observado no 1º. Entre os níveis de suplementação, o maior consumo foi registrado para o suplemento de 0,6% (2,61 vs. 2,26%, $P<0,10$) (tabela 12).

Para o ganho médio diário houve efeito de alturas de vedação e níveis de suplementação (tabela 07). Maior desempenho animal foi observado em pastos vedados a 10 cm (0,713 vs. 0,592 kg). Entre os níveis de suplementação, o maior desempenho animal foi constatado para o nível de suplementação 0,6% (0,599 vs. 0,706 kg) (tabela 12).

A taxa de lotação teve efeito da interação tripla entre alturas de vedação, níveis de suplementação e períodos de avaliação (tabela 07). Desdobrando-se a interação alturas de vedação x níveis de suplementação dentro de cada período obteve-se o mesmo padrão de resposta. Nos três períodos, os pastos vedados a 10 cm apresentaram menor taxa de lotação, independentemente do nível de suplementação. Não houve diferença entre os níveis de suplementação em nenhuma das alturas de vedação (tabela 12). Ao desdobrar o efeito de período dentro da combinação altura de vedação e nível de suplementação, observa-se que, para o tratamento 10cm/0,3% a taxa de lotação foi crescente ao longo da fase de pastejo (de 1,98 a 2,67%, $P<0,10$). Para

tratamento 10cm/0,6% não houve diferença entre os períodos ($P>0,10$). Para o tratamento 20cm/0,3%, a taxa de lotação foi semelhante entre o 1º e 3º, sendo menores que o 2º período. Para o tratamento 20cm/0,6% menor taxa de lotação foi observada no 1º período e a maior no 2º período, enquanto que no 3º a taxa de lotação foi semelhante ($P>0,10$) às aquelas observadas no 1º e 2º períodos (tabela 12).

A produtividade foi analisada considerando-se o período experimental como um todo e por este motivo ela não é descrita em função dos períodos. Esta variável sofreu efeito dos suplementos e das alturas de vedação ($P<0,10$) (tabela 07). Maiores médias são observadas para os pastos vedados com 20 cm e para o nível de 0,6% de suplementação (tabela 12).

A oferta de forragem foi utilizada como critério de manejo, fixando-se em 6kg de matéria seca de forragem por kg de peso corporal (kg MF.kg PC^{-1}) para todos os pastos e durante a fase de pastejo. Por este motivo esta variável não foi avaliada estatisticamente. No 1º período a oferta média de forragem foi 6,15 kg MF.kg PC^{-1} seguida de 5,93 e 5,50 no 2º e 3º período respectivamente.

O consumo de matéria seca (forragem + suplemento) variou de 2,03 a 2,67% em relação ao peso corporal dos animais. Os valores são aceitáveis e estão dentro de uma faixa esperada. Eles superam o intervalo de 1,46 a 1,79% reportados por Garcia et al. (2014), que utilizaram suplementação ao nível de 0,2 e 0,8% para animais cruzados pastejando *Urochloa decumbens* durante o período seco. Por outro lado, aproximam-se dos percentuais reportados por Lima et al. (2012), que observaram variação de 1,62 a 3,03% para animais pastejando *Urochloa brizantha* cv. Piatã no período seco.

Levando-se em consideração que a quantidade e o fornecimento de suplemento foram controlados e que não ocorreram sobras diárias, é possível assumir que os níveis de suplementação utilizados como tratamento foram atingidos com sucesso. Subtraindo-se a quantidade de suplemento do total de matéria seca consumida nota-se que o consumo médio de forragem foi de 1,98%, variando de 1,96 a 2,01% para os níveis de 0,3 e 0,6% de suplementação. Considerando o mesmo consumo de forragem, a superioridade ($P < 0,10$) no consumo de matéria seca total observada para o nível de 0,6% é atribuída ao suplemento. Esta análise indica que o aumento do nível de suplementação levou a um efeito aditivo. Efeitos dessa natureza são desejáveis por não comprometerem o consumo de forragem. Silva et al. (2009), ao analisarem diversos trabalhos sobre suplementação no período seco, verificaram que há tendência de substituição do consumo de forragem pelo suplemento, quando são utilizados níveis de suplementação acima de 0,3%.

O consumo de matéria seca também pode ser expresso com base no percentual da fibra em detergente neutro ingerido em relação ao peso corporal dos animais. No presente experimento os teores de fibra em detergente neutro foram em média de 66,8% na forragem e 7,27% no suplemento. Assim, considerando o nível de suplementação e um consumo médio de forragem de 1,98% o consumo de fibra em detergente neutro foi de 1,34 e 1,36% em relação ao peso corporal dos animais. Este é um valor aceitável, uma vez que se aproxima daqueles reportados em literatura. Silva et al. (2009), em revisão de literatura, encontraram consumo de fibra em detergente neutro da ordem de 1,8% do PC. Neto et al. (2006) observaram variação de 1,11 a 1,86%

e Garcia et al. (2014) reportaram valores de 0,92 a 1,07% para o consumo de fibra em detergente neutro.

Considerando as alturas de vedação dos pastos, o ganho médio diário variou de 0,592 (20 cm) a 0,713 (10 cm) kg por animal.dia⁻¹. Para o sistema de produção, estes desempenhos são expressivos, uma vez que no período seco é comum ocorrerem perdas ou pequenos ganhos em peso corporal. Estes desempenhos correspondem respectivamente a 51,4% e 62,0% do ganho de peso reportado por Barbero et al. (2015) no período das águas, em sistemas com suplementação e adequado manejo do pasto. O ganho médio diário foi próximo aos intervalos de 0,560 a 0,840 reportados por Garcia et al. (2014), que submeteu animais cruzados ao pastejo de *Urochloa decumbens* no período da seca. Comparando-se os resultados aos encontrados por Lima et al. (2012), constata-se que os desempenhos encontram-se dentro da amplitude observada de 0,570 a 1,063, no entanto estes autores utilizaram a *Urochloa brizantha* na transição águas-secas.

O maior desempenho animal observado em pastos vedados à altura de 10 cm coincide com a maior estabilidade na disponibilidade de folhas entre a 1^a e 2^a avaliações e, ainda, com a maior disponibilidade de lâminas foliares na 2^a, 3^a e 4^a avaliações. As folhas são o componente preferido pelos animais em pastejo (HODGSON, 1990), chegando a compor mais de 90% da forragem consumida, quando a oferta de folhas é alta (TRINDADE et al., 2007) e nessas situações, tanto a facilidade de colheita quanto a oportunidade de seleção são incrementadas.

Levando-se em conta que os pastos vedados com 10 cm apresentaram maior massa de lâminas foliares e foram ocupados com menor taxa de lotação, a oferta de folhas nesses pastos foi superior àqueles vedados com 20 cm.

A maior oferta de lâminas foliares nos pastos vedados a 10 cm permitiu que os animais tivessem maior oportunidade de seleção desse componente morfológico, que é o mais rico em nutrientes. Adicionalmente, embora a diferença no valor nutritivo das lâminas foliares seja pequena entre as alturas de vedação, a maior oportunidade de seleção nos pastos de 10 cm possibilitou a colheita, dentre as folhas,

daquelas de maior valor nutritivo, permitindo aos animais maior ingestão de nutrientes nesse tratamento do que os animais pastejando pastos vedados a 20 cm.

Concomitante com a menor massa de lâminas foliares, nos pastos vedados a 20 cm foram observadas as maiores alturas, o que permite inferir que as folhas nesses dosséis estariam distribuídas ao longo do perfil vertical das plantas, de forma mais espaçada, e, conseqüentemente, menos densa. Assim, os animais nos pastos vedados a 20 cm precisaram explorar um estrato necessariamente maior que os animais nos pastos a 10 cm para acessarem a mesma quantidade de folhas. À medida que a fase de pastejo evoluiu, a proporção da altura explorada possivelmente aumentou, uma vez que segundo Difante et al. (2009), a proporção de folhas é menor nos estratos mais próximos ao solo. Adicionalmente à diminuição das lâminas foliares, a massa de colmos e material morto foi crescente, vindo a diminuir apenas no último período, mas ainda assim, em todos os períodos, a massa desses componentes foi maior nos pastos vedados a 20 cm.

Essa dinâmica entre os componentes morfológicos pode ter impactado negativamente no comportamento ingestivo dos animais e de forma mais prejudicial nos pastos vedados a 20 cm. De acordo com Difante et al. (2009) a taxa de bocados aumenta à medida que os animais exploram estratos mais baixos e pobres em folhas. Considerando esta informação e de acordo com Trindade et al. (2007), a proporção de folhas na forragem colhida pelos animais diminui com o avanço do período de pastejo, no entanto, tal diminuição é menos drástica em dosséis com menores alturas. Com base nas informações acima, parece claro que a possível manutenção da colheita de lâminas foliares da forragem disponível ocorre à custa de maior taxa de bocados. Nesse sentido, possivelmente, a taxa de bocado foi maior em pastos vedados a 20 cm, principalmente após o primeiro período.

O aumento na taxa de bocados, seria, portanto, uma consequência da maior dificuldade na colheita de lâminas foliares e pode ser entendido como uma estratégia para manter o consumo de lâminas foliares mesmo em dosséis menos favoráveis à ingestão da forragem.

O tempo de pastejo também é uma variável comportamental que pode sofrer influência das características da forragem. Neto et al. (2006), estudando os efeitos de diferentes ofertas de lâminas foliares observaram maior tempo de pastejo para as menores ofertas de lâminas foliares. Assim, considerando a menor oferta de folhas nos pastos vedados a 20 cm, seria factível assumir o aumento do tempo de pastejo nesses pastos.

Nesse sentido, em pastos vedados a 20 cm, os animais supostamente enfrentaram maior dificuldade para colher lâminas foliares, levando-os a maiores gastos de energia durante a atividade de pastejo em detrimento da conversão dessa energia em desempenho.

Em relação aos suplementos, o maior desempenho observado, quando da suplementação com 0,6%, deve estar associado ao maior consumo de MS observado para esse tratamento, superior ao redor de 15% em relação aos animais suplementados com 0,3%. Como descrito, o consumo de forragem foi semelhante e a superioridade no consumo deve-se à ingestão de maior quantidade de suplemento. Nesse sentido, maior desempenho dos animais recebendo 0,6% de suplementação estaria vinculado a maior ingestão de nutrientes, pela sua concentração nos suplementos. Adicionalmente, o maior nível de suplementação impactou de forma positiva no valor nutritivo da forragem, fato que favoreceu a seleção e obtenção de nutrientes provenientes da planta forrageira. Incrementos no desempenho dos animais são esperados mediante aumentos no nível de suplementação. Silva et al. (2009) em revisão de literatura afirmam que o ganho de peso responde de forma linear a níveis de suplementação até 0,8% de fornecimento, a partir do qual os incrementos passariam a ser menores.

A análise estatística do experimento em arranjo fatorial (duas alturas de vedação x dois níveis de suplementação) permitiu elucidar os efeitos das alturas de vedação e dos níveis de suplementação bem como de possíveis interações entre esses fatores. No entanto, algumas comparações de interesse não puderam ser realizadas. Para viabilizar essas comparações, foi feita uma segunda abordagem estatística utilizando-se contrastes ortogonais para comparar alguns tratamentos resultantes das combinações das duas alturas com os dois níveis de suplementação. Desta forma,

preliminarmente foi realizada a análise de variância ao nível de 10% de significância para a variável ganho médio diário (tabela 13). Em seguida os contrastes de interesse foram comparados utilizando-se teste t ao nível de 10% de significância.

Tabela 13. Valores de P da análise de variância para o ganho médio diário (GMD-kg.animal⁻¹.dia⁻¹), considerando as combinações de alturas de vedação e níveis de suplementação (tratamentos).

Fontes de variação				Estrutura VC
	Tratamento	Período	Tratamento*Período	
GMD	0,0184	0,6321	0,3667	

Contraste I – 10cm/0,6% vs. 20cm/0,3% (P=0,0026)

Contraste II – 10cm/0,3% vs. 20cm/0,6% (P=0,8005)

Nesta avaliação foi observado efeito apenas dos tratamentos (P<0,10) (tabela 13). A comparação dos contrastes revelou que o tratamento 10cm/0,6% apresentou maior ganho médio diário que o tratamento 20cm/0,3% (P<0,10). Os tratamentos 10cm/0,3% e 20 cm/0,6% não diferiram entre si (P>0,10).

A análise do primeiro contraste serve como confirmação dos resultados da primeira abordagem estatística, na qual houve efeito de alturas de vedação e níveis de suplementação (sem interação). Nesta primeira abordagem na altura de 10 cm bem como com o nível de 0,6% de suplementação foram observados os maiores desempenhos. Assim é natural que as combinações 10cm/0,6% e 20cm/0,3% apresentem-se como os valores extremos do ganho de peso animal (figura 31).

Figura 31. Ganho de peso dos animais em pastos vedados a duas alturas e suplementados com 0,3 ou 0,6% em relação ao peso corporal.

Fonte: própria autoria

A ausência de efeito no segundo contraste chama mais a atenção, pois mostra que o máximo desempenho proporcionado por pastos vedados a 20 cm pode ser alcançado em pastos vedados com 10 cm com menor nível de suplementação.

O maior desempenho possível não pode ser obtido utilizando pastos vedados a 20 cm, no entanto, quando o objetivo não é o desempenho máximo, o nível de suplementação pode ser reduzido sem prejuízo ao ganho de peso utilizando-se pastos vedados a 10 cm. A melhor combinação para se maximizar o desempenho é 10 cm associado com 0,6% de suplementação.

Os pastos vedados a 20 cm comportaram sempre maior taxa de lotação. Quanto aos níveis de suplementação, estudados em cada um dos períodos, não houve qualquer diferença entre eles. A interação tripla justifica-se principalmente pelo comportamento dos tratamentos ao longo dos períodos. O tratamento oriundo da combinação de 10cm e 0,3% apresentou taxa de lotação crescente ao longo de todos os períodos. No tratamento 10cm/0,6% não houve efeito dos períodos. No tratamento 20cm/0,3% a taxa de lotação elevou-se na metade da fase de pastejo e caiu no final voltando ao valor inicial. No tratamento fruto da combinação de 20 cm com 0,6% de

suplementação observou-se elevação da taxa de lotação que manteve-se desta forma até final do experimento (tabela 12 e figura 32).

Figura 32. Taxa de lotação em função dos períodos de pastejo em pastos de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, vedados em duas alturas associadas ao uso de suplemento.

Fonte: Própria autoria.

Variações na taxa de lotação precisam ser observadas com cautela. Nas condições desta pesquisa, ela foi determinada com base na oferta de forragem desejada. Assim, raras vezes foi possível ajustar peso corporal de forma a obter valores exatos da oferta de forragem. Além disso, a taxa de lotação é calculada a partir do peso corporal médio no período, que é reflexo do desempenho animal, considerada variável resposta. Assim, são possíveis algumas variações matemáticas para a taxa de lotação que podem ter contribuído para a significância da interação tripla. No entanto, a interação tripla é de difícil entendimento e a discussão sobre isso traz pouco benefício para compreensão dos resultados. Como a oferta de forragem foi fixada em 6kg MF.kgPC⁻¹ ao longo do experimento, espera-se que a taxa de lotação seja alterada na mesma magnitude da observada para a massa de forragem. A massa de forragem passou por um período de aumento, seguido de diminuição, comportamento similar ao apresentado pela TL exceto no tratamento 10cm/0,3%. Maior taxa de lotação para

os pastos vedados a 20 cm é consequência da maior massa de forragem que serviu como base para ajuste da oferta de forragem e taxa de lotação. Os suplementos não causaram alterações em taxa de lotação (figura 32).

A produtividade total, considerada em toda a fase de pastejo, apresentou efeito tanto das alturas de vedação quanto dos níveis de suplementação, sem, contudo, apresentar interação. Nos pastos vedados a 20 cm ocorreu maior produtividade. Quando comparado os níveis de suplementação, maior produtividade foi constatada para o suplemento de 0,6%.

A produtividade é o produto do desempenho individual dos animais pelo número de animais em um hectare. Embora pastos vedados a 20 cm tenham apresentado menor ganho de peso, em produtividade, essa desvantagem foi compensada pela maior taxa de lotação. Apesar do efeito estatístico da interação, entre os níveis de suplementação não houve diferença sobre a taxa de lotação. Desta forma a maior produtividade quando foi utilizado o nível de 0,6% deve-se ao maior desempenho.

4.2.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os tratamentos de altura de vedação culminam com pastos distintos no momento do pastejo. Uma vez que a massa de lâminas foliares é similar entre os tratamentos, a superioridade na massa de forragem observada para os pastos vedados a 20 cm deve-se a presença de mais colmos e material morto. Além disso, os pastos vedados a 20 cm apresentam início do pastejo com pior valor nutritivo.

Essas diferenças são suficientes para permitir que o desempenho dos animais seja superior nos pastos vedados a 10 cm. Entretanto, esses pastos comportaram a menor taxa de lotação. Como consequência, nos pastos vedados a 10 cm foram observadas as menores produtividades.

A utilização de suplementação nos níveis do presente experimento tiveram pouco ou nenhum impacto no consumo de forragem. Porém, o maior nível de suplementação proporcionou maior desempenho animal em qualquer um dos pastos.

A combinação de 10 cm com 0,6% de suplementação permite o maior desempenho possível, porém, com baixa taxa de lotação. Combinando-se 20 cm com 0,3% apesar da alta taxa de lotação, obtém-se o menor dos desempenhos. Desempenho e taxa de lotação seguem tendências opostas, de forma que é improvável manter alto desempenho e alta taxa de lotação.

Para níveis intermediários de ganho de peso, da ordem de 0,650 kg duas combinações de alturas de vedação e nível de suplementação são possíveis, sendo elas 10 cm com 0,3% de suplementação e 20 cm com 0,6% de suplementação. Apesar da similaridade, a primeira combinação reflete em baixa taxa de lotação. Dessa forma, a combinação que permite o maior equilíbrio entre desempenho e taxa de lotação é 20 cm de altura de vedação e nível de suplementação de 0,6%.

As combinações podem ser analisadas do ponto de vista de prioridade dos sistemas de produção. Aqueles que porventura optarem por priorizar o ganho individual devem utilizar menor altura de vedação associado a maior nível de suplementação. Em termos de redução de suplementação, é possível fazê-la sem

prejuízo ao desempenho mas à custa da taxa de lotação, combinando-se menor altura de vedação com menor nível de suplementação. Por outro lado, quando o objetivo não for desempenho máximo, a taxa de lotação pode ser aumentada sem prejuízo ao desempenho, aumentando-se a altura de vedação e nível de suplementação.

5 CONCLUSÃO

Os pastos vedados a 20 cm devem permanecer vedados por menor período que os vedados a 10 cm. Caso haja interesse em estender a fase de vedação, a altura de vedação deve ser reduzida para 10 cm.

Para as respostas em desempenho e produtividade dos animais, altura de vedação não depende do nível de suplementação.

O maior desempenho animal em pastos vedados mais baixo tem reflexo na diminuição da taxa de lotação, independentemente do nível de suplementação.

Para a obtenção de maior desempenho animal, independentemente da altura de vedação dos pastos, o nível de 0,6% de suplementação é recomendado.

As combinações entre alturas de vedação podem ser realizadas de acordo com os objetivos do sistema de produção, priorizando-se desempenho ou taxa de lotação. O fornecimento de 0,6% de suplementação para animais em pastos vedados a 20 cm proporciona o maior desempenho possível para alta taxa de lotação.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. **Perfil da Pecuária no Brasil: Relatório Anual 2016**. São Paulo: [s.l], 2016. 46p.

ALLEN, V. G. et al. An international terminology for grazing lands and grazing animals. **Grass and Forage Science**, v. 66, p. 2-28, 2011.

ALVES PEREIRA, J. R. et al. Suplementação de bovinos mantidos em pasto diferido de *Urochloa brizantha* (cv. Marandu): parâmetros ruminais e degradabilidade. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 3, 2008.

ANDRADE, A. T. et al. Diferentes suplementos na terminação de bovinos Nelore em pastagem diferida de *Urochloa decumbens* no período da seca. **Boletim de Indústria Animal**, v. 72, n. 2, p. 91-101, 2015.

AÑEZ-OSUNA, F. et al. Effect of rumen degradable energy supplementation on forage utilization and performance of steers grazing stockpiled cool season perennial grass pastures. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 95, n. 2, p. 255-265, 2015.

ANKOM. 2005. **In vitro true digestibility using the DaisyII incubator**. ANKOM Technology, Macedon, NY. Disponível em: <http://www.ankom.com/media/documents/IVDMD_0805_D200.pdf> Acesso em: 10 de setembro de 2017.

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: Informa Economics FNP, 2017.

BARBERO, R.P. et al. Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bull. **Animal Feed Science and Technology**, v.209, p.110-118, 2015.

BARON, V. S. et al. Swath-grazing oat or grazing stockpiled perennial grass compared with a traditional winter feeding method for beef cows in central Alberta. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 96, n. 4, p. 689-700, 2016.

BARROS, L. V. et al. Avaliação do dióxido de titânio em amostras fecais. In: DETMANN, E. Métodos para análise de alimentos. 1 ed. Visconde do Rio Branco – MG: Suprema, 2012. P.214

BIVENS, K. R. et al. Stockpiled Tifton 85 bermudagrass for backgrounding stocker cattle. **Journal of Animal Science**, v. 95, n. 10, p. 4413-4420, 2017.

BROUGHAM, R. W. A study in rate of pasture growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, n.6, p.804 – 812, 1955

BUXTON, D.R.; REDFEARN D.D. Plant limitations to fiber digestion and utilization. **Journal Nutrition**, v.127, p.814- 818, 1997.

CARVALHO, R. M. et al. Rebaixamento do capim-marandu para o diferimento e seus efeitos sobre índice de área foliar e número de meristemas apicais. **Boletim de Indústria Animal**, v. 73, n. 3, p. 212-219, 2016.

CATTELAM, J. et al. Desempenho de novilhos confinados com diferentes espaços individuais. **Acta Tecnológica**, v. 11, n. 2, p. 27-41, 2017.

COSTA, N. L.; OLIVEIRA, JR da C.; PAULINO, Valdinei Tadeu. Efeito do diferimento sobre o rendimento de forragem e composição química de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em Rondônia. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 22, n. 3, p. 495-501, 1993.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, Suplemento Especial, p. 121-138, 2007.

DETMANN, E. Avaliação da fibra em detergente neutro indigestível e da fibra em detergente ácido indigestível. In: DETMANN, E. Métodos para análise de alimentos. 1 ed. Visconde do Rio Branco – MG: Suprema, 2012. P.214

DIFANTE, G. S. et al. Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.2, p.189-196, 2008

DIFANTE, G. S. et al. Ingestive behaviour, herbage intake and grazing efficiency of beef cattle steers on Tanzania guineagrass subjected to rotational stocking managements. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1001-1008, 2009

DUBLE, R. L. et al. Forage Characteristics Limiting Animal Performance on Warm-season Perennial Grasses. **Agronomy Journal**, v.63, n.3, p.795-798, 1971.

EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: **Embrapa-SPI**; Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, p.412, 1999

EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V.P.B. Desenvolvimento recente da pecuária de corte brasileira e suas perspectivas. In: PIRES, A. V. Bovinocultura de corte. Piracicaba: FEALQ, v.1 2010. p.11-38.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Avaliação de diferentes métodos para estimar o valor nutritivo de forragens sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.4, p. 691-702, 1992

- EUCLIDES, V. P. B. et al. Avaliação de forrageiras tropicais manejadas para produção de feno em pé. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 393-407, 1990.
- EUCLIDES, V. P. B. et al. Diferimento de pastos de braquiária cultivares Basilisk e Marandu, na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 273-280, 2007.
- EUCLIDES, V. P. B. et al. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Urochloa brizantha*. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.44, n.1, p.98-106, jan. 2009
- EUCLIDES, V.P.B. et al. Consumo voluntário de *Urochloa decumbens* cv. Basilisk e *Urochloa brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.2200-2208, 2000.
- EUCLIDES, V.P.B. et al. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Urochloa brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.98-106, 2009.
- GARCIA, J. et al. Consumo, tempo de pastejo e desempenho de novilhos suplementados em pastos de *Urochloa decumbens*, durante o período seco. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2095-2106, jul./ago. 2014
- GERDES, L. et al. Avaliação de Características de Valor Nutritivo das Gramíneas Forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia nas Estações do Ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.955-963, 2000.
- GOUVEIA, F. S. et al. Altura inicial e período de diferimento em pastos de capim-braquiária. **Ciência Animal Brasileira**, v. 18, p.1-13, 2017.
- HODGSON, J. Grazing management: Science into practice. Longman Scientific and Technical, Longman Group, London, UK, 1990
- JOHNSON, A.D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: MANNETJE, L.T. (Ed.) Measurement of grassland vegetation and animal production. Aberystwyth: **Commonwealth Agricultural Bureaux**, p.96-102, 1978
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.
- LARCHER, W. Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups. Berlin: Springer, 2003.
- LARA, M.A.S. **Respostas morfofisiológicas de cinco cultivares de *Urochloa* spp. às variações estacionais de temperatura do ar e fotoperíodo**. 2007. 91p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

- LAZZARINI, I et al. Dinâmicas de trânsito e degradação da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade e compostos nitrogenados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária**, v.61, p.635-647, 2009.
- LIMA, J. B. M. P. et al. Suplementação de novilhos Nelore sob pastejo, no período de transição águas-seca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 4, p. 943-952, 2012.
- LIMA, M. L. M. et al. Comparação da fibra em detergente neutro de forragens: Comportamento ingestivo e cinética ruminal. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.7, n.3, p.535-542, 2012
- LITTELL, R. C. et al. **SAS for Mixed Models**, 2.ed., Cary, NC: SAS Institute Inc., p.814, 2006
- MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) Forage quality, evaluation and utilization. Wisconsin: **American Society of Agronomy**, 1994. p.450-493
- MINSON, D.J. Forage in ruminant nutrition. San Diego: Academic Press, Inc., p.483, 1990.
- MOORE, J. E. et al. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. **Journal of Animal Science**, v. 77, Suppl.2, p. 122-135, 1999.
- MOORE, K. J.; MOSER, L. E. Quantifying Developmental Morphology of Perennial Grasses. **Crop Science**, v.35, p.37-43, 1995.
- NAVE, R. L. G. et al. Relationships of forage nutritive value to cool-season grass canopy characteristics. **Crop Science**, v. 53, n. 1, p. 341-348, 2013.
- NETO, M. M. G. et al. Consumo e tempo diário de pastejo por novilhos Nelore em pastagem de capim-tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.60-66, 2006
- NOGUEIRA, A. R. A.; SOUZA, G. B. **Manual de Laboratório: Solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, p. 334, 2005.
- NUSSIO & SCHMIDT. Forragens suplementares para bovinos de corte. In: PIRES, A. V. Bovinocultura de corte. Piracicaba: FEALQ, v.1 2010.p.281-293
- OLIVEIRA, A.S. et al. Meta-análise do impacto da fibra em detergente neutro sobre o consumo, a digestibilidade e o desempenho de vacas leiteiras em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1587-1595, 2011.

- PARSONS, A.J. et al. The physiology of grass production under grazing. II. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously-grazed swards. **Journal of Applied Ecology**, v.20, p.127-139, 1983
- PEDREIRA, J.V.S.; MATTOS, H.B. Crescimento estacional de vinte e cinco espécies ou variedades de capins. **Boletim de Indústria Animal**, v.38, p.117-143, 1981.
- RAIJ et al. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. 1 ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.
- REZENDE, C. P. Dinâmica de perfilhamento e fluxo de biomassa em capim-cameroon sob lotação rotativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.37, n.10 p.1750-1757
- ROLIM, F. A. Estacionalidade de produção de forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 6., Piracicaba, 1980. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1980. p. 243-270.
- SANTOS, F.G.; CHAVES, M.A.; SILVA, M.R.; SOARES, R.D.; FRANCO, I.L.; PINHO, B.D. Índice climático de crescimento para capins *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Cynodon dactylon* cv. Tifton 85 e *Panicum maximum* cv. Tanzânia e relação com a produção de massa seca. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.9, n.3, p.627-637, 2008.
- SANTOS, M. E. R. et al. Capim-braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.650-656, 2009.
- SANTOS, M. E. R., et al. Características estruturais e índice de tombamento de *Urochloa decumbens* cv. Basilisk em pastagens diferidas **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.626-634, 2009
- SANTOS, M. E. R. et al. Pasture height at the beginning of deferment as a determinant of signal grass structure and potential selectivity by cattle. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 4, p. 379-385, 2013.
- SANTOS, M. E. R. et al. Produção de bovinos em pastagens de capim-braquiária diferidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 635-642, 2009.
- SANTOS, M.E.R. et al. Valor nutritivo da forragem e de seus componentes morfológicos em pastagens de *Urochloa decumbens* diferida. **Boletim de Indústria Animal**, v.65, n.4, p.303-311, 2008.
- SILVA, A. A. S. et al. Initial height and nitrogen fertilization on deferred signalgrass. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 31, n. 6, p. 1671-1681, Nov./Dec. 2015.

- SILVA, C. S. et al. Steer performance on deferred pastures of *Urochloa brizantha* and *Urochloa decumbens*. **Ciência Rural**, v. 46, n. 11, p. 1998-2004, 2016.
- SILVA, F.F. et al. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 371-389, 2009.
- SOLLENBERGER, L. E. et al. Reporting forage allowance in grazing experiments. **Crop Science**, Madison, v. 45, p. 896-900, 2005
- SOLLENBERGER, L. E.; VANZANT, E. S. Interrelationships among Forage Nutritive Value and Quantity and Individual Animal Performance. **Crop science**, v. 51, n. 2, p. 420-432, 2011.
- SOUSA, B. M. L. et al. Characterization of tillers in deferred Piata palisade grass with different initial heights and nitrogen levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 7, p. 1618-1624, 2012.
- SOUSA, B. M. L. et al. Piata palisadegrass deferred in the fall: effects of initial height and nitrogen in the sward structure. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 5, p. 1134-1139, 2012.
- TRINDADE, J. K. 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**, Brasília, v.42, n.6, p.883-890, jun. 2007
- VALADARES, R.F.D. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 1. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1252-1258, 1997
- VAN SOEST, P. J. et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991
- VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v.24, p.834, 1965
- VENDRAMINI, J.; ARTHINGTON, J. D. Supplementation strategies effects on performance of beef heifers grazing stockpiled pastures. **Agronomy Journal**, v. 102, n. 1, p. 112-117, 2010.
- VILELA, H. H. et al. Characterization of tillers of piata palisade grass deferred in the fall with varying heights and deferment periods. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 1, p. 21-27, 2013.

VILELA, H. H. et al. Forage mass and structure of piatã grass deferred at different heights and variable periods. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 7, p. 1625-1631, 2012.

WALES, W. J. et al. Effects of variations in herbage mass, allowance, and level of supplement on nutrient intake and Milk production of dairy cows in spring and Summer. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 39, p.119-30, 1999.

WALLAU, M. O. et al. Herbage accumulation and nutritive value of limpograss breeding lines under stockpiling management. **Crop Science**, v. 55, n. 5, p. 2377-2383, 2015.