**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Estrutura do dossel, interceptação de luz e acúmulo de forragem em
pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo
rotativo por bovinos de corte**

Salim Jacaúna de Souza Júnior

**Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Agronomia. Área de concentração:
Ciência Animal e Pastagens**

**Piracicaba
2007**

Salim Jacaúna de Souza Júnior
Engenheiro Agrônomo

**Estrutura do dossel, interceptação de luz e acúmulo de forragem em
pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo
rotativo por bovinos de corte**

Orientador:

Prof. Dr. **SILA CARNEIRO DA SILVA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Agronomia. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens

**Piracicaba
2007**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Souza Junior, Salim Jacaúna de

Estrutura do dossel, interceptação de luz e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte / Salim Jacaúna de Souza Júnior. - - Piracicaba, 2007.
122 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.
Bibliografia.

1. Bovinos de corte 2. Capim marandu 3. Dossel (Botânica) 4. Forragem 5. Luz
6. Pastagens 7. Pastejo I. Título

CDD 633.2

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

OFEREÇO ESTA OBRA:

Aos meus pais, Prof.^a *Raimunda Souza e Salim Jacaúna*,

Pelo amor, educação proporcionada, carinho e pela presença durante os 15

anos de minha ausência que, o destino da vida traçou como necessária.

Aos meus avós *Oreste Rodrigues e Maria Jacaúna*
(in memoriam)

DEDICO

À minha avó *Alaíde Coêlho*, e a querida *tia Helena*

Pelo amor, ensinamentos e exemplos de vida.

Aos meus queridos e inesquecíveis falecidos:

Tio *Laércio Souza*

Tio *Wandir Cavares*

Primo *Heuder Souza*

MINHAS HOMENAGENS

“FELIZ O HOMEM QUE VÊ PROBLEMAS ENXERGANDO SOLUÇÕES, QUE ATRAVESSA CRISES BUSCANDO UM FUTURO MELHOR, QUE LONGE DE QUERER PISAR, ESTENDE A MÃO PARA QUE SE CAMINHE JUNTO”

Cabe ao homem desatar os laços do futuro

“PRIMEIRO CONCEBO COM A MENTE; DEPOIS, INTERROGO A NATUREZA POR MEIO DE UMA EXPERIÊNCIA. DEPOIS, VERIFICO SE O QUE CONCEBI É FALSO OU VERDADEIRO. O RESULTADO SERÁ UM SIMPLES SIM OU NÃO”

Galileu, 1623

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela família e amigos que tenho.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP) pela possibilidade do desenvolvimento do treinamento de mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro ao projeto e concessão da bolsa de estudo, respectivamente.

Ao Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva, pelos ensinamentos e paciência durante o exercício de sua orientação. Deixo aqui registrado, os meus profundos agradecimentos e admiração pelo seu profissionalismo e dedicação ao estudo da ecofisiologia aplicada ao manejo do pastejo.

Aos membros do comitê de pesquisa Prof. Dr. Carlos Guilherme Silveira Pedreira e ao Prof. Dr. Domício do Nascimento Júnior pelas valiosas sugestões e comentários durante a fase de elaboração deste trabalho.

Aos colegas do Grupo de Estudos de Plantas Forrageiras (GEPF), Alessandra, Cauê, Daniel, Júlio, Vitor, pela importante ajuda na condução do experimento. Em especial, ao gauchinho Júlio Kuhn (Tchê bagual), pelo convívio durante os dois anos de mestrado, amizade e companheirismo durante todas as etapas do experimento e análise dos dados.

Meu especial agradecimento aos colegas do Laboratório de Plantas Forrageiras: Bruno (Baiano), Daniel Collucci (Kuiada), Cacília Leonelli, Felipe Tonato, Felipe Curcelli (Bitoca), Renata Nave (Sinistra), Priscilla Mesquita (Garça), Marcio (Glauco), Lílian (Siriema), Fábio Caminha (7 Folha), Adenilson Paiva (Bode), Jorge Portela, Marília, pelo aprendizado durante o convívio. Aos colegas e amigos que me ajudaram na tabulação dos dados de estrutura e estatística, Lílian Techio, Priscilla mesquita, Adenilson, Carol (Aroeira), Priscilla Menezes e ao Talles pela contribuição na confecção da planilha de estrutura.

Aos demais colegas do Departamento de Zootecnia: Álvaro Bicudo, Luis Fernando, Renato Shimu, Carolina Santos, Marinho, Cirilo, Rafael Camargo, Sarturi, Rafaela (Sakudida), Diogo (K-Bomba), Leandro, Omer, Rodrigo Goulart, Ricardo

Goulart (Bronha), Jaqueline, Junio, Bigode, Vanessa, Ana Luiza e a muitos outros, pelo ótimo ambiente de coleguismo.

Ao Professor Flavio Augusto Portela dos Santos e ao Leonardo Kehdi Molan pelo empréstimo dos animais para execução do experimento. Aos Professores Dr. Carlos Guilherme Silveira Pedreira e Dr. Luiz Gustavo Nussio pelos valiosos ensinamentos. Aos funcionários do Departamento de Zootecnia. Em especial ao Seu Laureano (Gordo), Jucelino (Juça) pelo constante apoio sempre que necessário.

À minha querida Escola Agrotécnica Federal de Manaus (minha segunda casa), onde recebi os primeiros ensinamentos em agropecuária, em especial na área de Zootecnia.

Aos colegas de casa Seu Zéh (MA), Seu Gean (TO), Júlio Kuhn (RS), Simão (PA), Antônio Clarette (MG), Alessandro Riffel (RS), pela grande amizade e aprendizado fruto dessa diversidade cultural, que se perpetuará para a vida.

Aos parceiros do glorioso time Tabajara Vila Pós-Graduação – ESALQ/USP, pelos momentos de alegria e descontração durante esses dois anos.

Aos amigos da republica “Viola-quebrada”, Rodrigo, Marconi, Cezinha, Laudir e Marco. As amigas da republica “7 mulheres”, Priscilla (Garça), Carol (Aroeira), Bárbara, Maria Cecília (Mundiça), Colóide, Ana Luiza e a Tica.

Aos amigos e irmãos, Dr. Carlos Augusto Brandão de Carvalho (Guto), Domilson Farias (Mirtão), Rodrigo Goulart (Cowboy) e Hugo de Oliveira (Hugão), por acreditarem em mim. Aos amigos e colegas da velha Universidade Rural – Km 47 (UFRuralRJ), que os faço representados pelo prezado amigo Leandro Galzerano.

À Priscilla Menezes de Souza e sua família, pela amizade e consideração.

Aos amigos e conterrâneos da Ilha Bela da Amazônia “Nhamundá - Am” registro aqui os meus sinceros agradecimentos pelo apoio e incentivo.

Às famílias, Souza e Jacaúna, pelo afeto. A todos os primos, que os faço representados pelo prezado Luiz Euclides (Lulu).

E finalmente aos meus pais Raimunda de Souza e Salim Jacaúna de Souza, pelo amor e dedicação. Aos meus queridos irmãos, Núbia, Nídia, Naiara, Saimon, Saulo, Rosione, Iranildo e Francy pela união. Aos queridos sobrinhos, Fábio, Bruno, Kembeli e ao campeão Antonio Henrique, pela pureza e alegria.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE TABELAS.....	14
1 INTRODUÇÃO.....	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 Estrutura do dossel forrageiro como determinante e condicionadora das respostas de plantas e animais no ecossistema pastagem.....	19
2.1.1 Índice de área foliar.....	22
2.1.2 Interceptação de luz e a produção de forragem.....	25
2.2 A ecofisiologia aplicada ao manejo do pastejo de pastagens tropicais.....	29
2.3 Hipótese e objetivo.....	35
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3.1 Material.....	36
3.1.1 Espécie vegetal.....	36
3.1.2 Local e solo da área do experimento.....	37
3.1.3 Clima e dados climáticos durante o experimento.....	39
3.1.4 Animais.....	41
3.2 Métodos.....	42
3.2.1 Tratamentos e delineamento experimental.....	42
3.2.2 Instalação das condições experimentais e imposição dos tratamentos.....	44
3.2.3 Monitoramento das condições experimentais, adubação e tratos culturais.....	45
3.2.4 Avaliações de campo.....	47
3.2.4.1 Estrutura do dossel forrageiro.....	47
3.2.4.1.1 Distribuição vertical dos componentes morfológicos.....	47
3.2.4.2 Interceptação luminosa, índice de área e ângulo da folhagem.....	49
3.2.4.3 Massa e densidade volumétrica da forragem.....	50
3.3 Processamento dos dados e análise estatística.....	51
4 RESULTADOS.....	53

4.1 Características do dossel forrageiro.....	53
4.1.1 Número e intervalo entre pastejos.....	53
4.1.2 Interceptação luminosa.....	55
4.1.3 Altura do dossel.....	58
4.1.4 Índice de área da folhagem (IAF).....	63
4.1.5 Ângulo da folhagem.....	66
4.1.6 Massa de forragem.....	72
4.1.7 Distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao longo do perfil vertical do dossel forrageiro.....	75
4.1.8 Densidade volumétrica da forragem.....	82
4.2 Taxa de acúmulo e produção de forragem.....	84
4.2.1 Taxa de acúmulo de forragem.....	84
4.2.2 Acúmulo total de forragem.....	86
5 DISCUSSÃO.....	87
5.1 Características do dossel forrageiro.....	87
5.1.1 Número e intervalo entre pastejos.....	87
5.1.2 Interceptação luminosa.....	90
5.1.3 Altura do dossel.....	91
5.1.4 Índice de área da folhagem (IAF).....	96
5.1.5 Ângulo da folhagem.....	98
5.1.6 Massa de forragem e caracterização da estrutura vertical do dossel.....	101
5.1.7 Densidade volumétrica da forragem.....	105
5.1.8 Taxa de acúmulo e produção de forragem.....	106
5.2 Considerações finais.....	109
6 CONCLUSÕES.....	111
REFERÊNCIAS.....	112

RESUMO

Estrutura do dossel, interceptação de luz e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte

Variações em estrutura e condição do dossel forrageiro determinam e condicionam as respostas tanto de plantas como de animais no ecossistema pastagem. O objetivo deste trabalho foi analisar e descrever o efeito de combinações entre intensidades e frequências de pastejo sobre a estrutura do dossel, interceptação de luz e acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetidos a pastejo rotativo por bovinos de corte. O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ, de outubro de 2004 a dezembro de 2005. Os tratamentos experimentais compreenderam a combinação entre duas intensidades (altura pós-pastejo de 10 e 15 cm) e dois intervalos entre pastejos, ou seja, o período de tempo necessário para se atingir 95 e 100% de interceptação da luz incidente pelo dossel durante a rebrotação (IL), e foram alocados aos piquetes experimentais de 1.200 m² segundo um delineamento de blocos completos casualizados, arranjo fatorial 2 x 2 e 4 repetições. Foram estudadas as variáveis: interceptação de luz, altura do dossel, índice de área e ângulo da folhagem, massa de forragem, distribuição vertical dos componentes morfológicos no perfil dos pastos, densidade volumétrica e acúmulo de forragem. A estrutura do dossel na condição de pré-pastejo apresentou consistentemente cerca de 50% de sua porção superior composta por lâminas foliares independentemente da época do ano e do tratamento. A distribuição dos componentes morfológicos no perfil vertical dos pastos variou com a época do ano e com a estratégia de pastejo aplicada. Pastos manejados com 95% de IL apresentaram maior presença de folhas, e aqueles manejados com 100% de IL resultaram em maior presença de colmos e material morto. No geral, a meta almejada de altura pós-pastejo dos pastos de 95% de IL foi mantida relativamente constante durante todo o período experimental. Por outro lado, a altura pós-pastejo dos pastos submetidos ao tratamento 100/10 aumentou durante o experimento e atingiu um valor 56% superior à meta original ao final. As metas de 95% e 100% de IL estiveram consistentemente associadas a valores de altura dos pastos relativamente estáveis de 25 e 35 cm, respectivamente. Pastos manejados com 95% de IL apresentaram maior área de folhas residual e interceptaram mais luz logo após o pastejo, o que possibilitou rebrotações mais rápidas, intervalos entre pastejos mais curtos e maior número de ciclos de pastejo. Não houve diferença em acúmulo de forragem entre os tratamentos avaliados, porém a proporção de folhas foi maior para os tratamentos de 95% de IL. Com base nos padrões de IL e variações em características estruturais dos pastos ao longo da rebrotação, a estratégia de pastejo mais adequada para o capim-marandu seria aquela com pastejos realizados quando 95% da IL seja atingida (25 cm de altura) durante a rebrotação e rebaixados até uma altura pós-pastejo de 15 cm.

Palavras-chave: Altura do dossel; Ângulo da folhagem; *Brachiaria brizantha*; Estrutura do dossel; Interceptação de luminosa

ABSTRACT

Sward structure, light interception and herbage accumulation of marandu palisadegrass subjected to rotational grazing strategies by beef cattle

Variations in sward structure and sward condition are determinants of plant and animal responses in pastoral systems. The objective of this study was to evaluate and describe the effect of combinations between intensities and frequencies of grazing on sward structure, light interception and herbage accumulation of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu swards rotationally grazed by beef cattle. The experiment was carried out at Departamento de Zootecnia, USP/ESALQ, from October 2004 to December 2005. Treatments corresponded to combinations between two grazing intensities (post-grazing residues of 10 and 15 cm) and two grazing frequencies (equivalent to the period of time necessary for swards to reach 95 and 100% interception of the incident light during regrowth – LI), and were allocated to experimental units (1200 m² paddocks) according to a completely randomised design and a 2 x 2 factorial arrangement, with 4 replications. The following response variables were analysed: sward light interception, height, light interception area index, foliage angle, herbage mass, vertical distribution of morphological components, herbage bulk density and accumulation. Sward structure pre-grazing was comprised consistently of leaf laminae on the top 50% of sward height regardless of season of the year and grazing treatment. Distribution of morphological components across the vertical profile of swards varied with grazing management within seasons and season of the year. Swards grazed at 95% LI were characterised by higher proportions of leaf on herbage mass, with those graze at 100% LI showing higher proportions of stem and dead material. Overall, targets of post-grazing height for the 95% LI treatments were relatively stable and easy to maintain throughout the experimental period. On the other hand, the post-grazing height of swards subjected to the 100/10 treatment increased as the experiment progressed and reached a value 56% higher than the targeted 10 cm at the end of the experimental period. The pre-grazing targets of 95% and 100% LI were consistently associated with values of sward height relatively stable and around 25 and 35 cm, respectively. Swards grazed at 95% LI had higher residual foliage area after grazing and intercepted more light than those grazed at 100% LI, resulting in faster regrowth, shorter grazing intervals and larger number of grazing cycles. There was no difference in herbage accumulation between grazing treatments, but the proportion of leaf was higher for the 95% than the 100% LI treatments. Based on the general patterns of sward light interception and variations in structural characteristics throughout regrowth, grazings of marandu palisadegrass subjected to rotational stocking should start when 95% LI was reached during regrowth (25 cm sward height) and finish when a post-grazing height of 15 cm was reached.

Key words: Sward height, Foliage angle, *Brachiaria brizantha*; Sward structure; Light interception

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo conceitual das relações planta-animal no ecossistema pastagem (adaptado a partir de CHAPMAN; LEMAIRE, 1993; CRUZ; BOVAL, 2000; SBRISSIA; DA SILVA, 2001; FREITAS, 2003; DA SILVA; NASCIMENTO JR. 2006).....	21
Figura 2 - Temperatura média durante o período experimental comparada com a média dos últimos 88 anos (1917-2005).....	39
Figura 3 - Precipitação média durante o período experimental comparada com a média dos últimos 88 anos (1917-2005).....	40
Figura 4 - Insolação média durante o período experimental comparada com a média dos últimos 88 anos (1917-2005).....	40
Figura 5 - Extrato do balanço hídrico dos decêndios mensais do período de outubro de 2004 a dezembro de 2005.....	41
Figura 6 – Vista geral da área experimental com animais em pastejo (BIII 100/15).....	43
Figura 7 - Imagem de satélite (Fonte: software: <i>Google® Earth</i> – acesso <i>online</i> em 26/12/2006) da área experimental.....	43
Figura 8 - Monitoramento de altura dos pastos com a lâmina transparente e régua milimetrada.....	46
Figura 9 - Avaliação da estrutura do dossel forrageiro com a “armação de ponto inclinado”.....	47
Figura 10 - Determinação da interceptação de luz, índice de área e ângulo da folhagem.....	49

- Figura 11 - Contagem para determinação da densidade populacional de perfilhos com o uso da armação metálica retangular.....51
- Figura 12 - Relação entre altura do dossel e interceptação luminosa de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo.....71
- Figura 13 - Relação entre altura do dossel e índice de área da folhagem de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo.....72
- Figura 14 - Massa de forragem pré-pastejo (kg.ha^{-1} de MS) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas por pastejos aos 95 e 100% de IL pelo dossel forrageiro durante a rebrotação.....74
- Figura 15 - Massa de forragem pré-pastejo (kg.ha^{-1} de MS) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005.....74
- Figura 16 - Distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao longo do perfil vertical do dossel de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo durante o início da primavera 1 (outubro/novembro 2004).....76
- Figura 17 - Distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao longo do perfil vertical do dossel de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo durante o final da primavera 1 (dezembro 2004).....77
- Figura 18 - Distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao longo do perfil vertical do dossel de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo durante o verão (janeiro/março 2005).....78

Figura 19 - Distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao longo do perfil vertical do dossel de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo durante outono/inverno (abril/setembro 2005).....	79
Figura 20 - Distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao longo do perfil vertical do dossel de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo durante início primavera 2 (outubro/novembro 2005).....	80
Figura 21 - Distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao longo do perfil vertical do dossel de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo durante o final de primavera 2 (dezembro 2005).....	81
Figura 22 - Densidade volumétrica da forragem pré-pastejo ($\text{kg.ha}^{-1}.\text{cm}^{-1}$ de MS) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005.....	84
Figura 23 - Taxa de acúmulo de forragem ($\text{kg.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ de MS) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005.....	85
Figura 24 - Acúmulo total de forragem (kg.ha^{-1} de MS) de pastos do capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de dezembro de 2004 a novembro de 2005.....	86
Figura 25 - Altura pré-pastejo (cm) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005.....	93

Figura 26 - Altura pré-pastejo média de pastos de capim-marandu submetidos a pastejo com 95 e 100% de IL durante a rebrotação.....	93
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado da análise química de solo da área experimental.....	38
Tabela 2 - Quantidade de nitrogênio (kg.ha^{-1}) aplicado e as respectivas épocas de aplicação durante o período experimental.....	46
Tabela 3 - Forma de aplicação do inseticida biológico e respectivas datas de aplicação.....	47
Tabela 4 - Número total de pastejos realizados de outubro de 2004 a dezembro de 2005 em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte.....	54
Tabela 5 - Intervalo médio entre pastejos (dias) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005.....	55
Tabela 6 - Interceptação luminosa pós-pastejo (%) em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo.....	56
Tabela 7 - Interceptação luminosa pós-pastejo (%) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005.....	57

Tabela 8 - Interceptação luminosa pré-pastejo (%) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005.....	58
Tabela 9 - Altura pós-pastejo (cm) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo.....	59
Tabela 10 - Altura pós-pastejo (cm) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005.....	60
Tabela 11 - Altura pré-pastejo (cm) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo.....	61
Tabela 12 - Altura pré-pastejo (cm) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005.....	62
Tabela 13 - Índice de área da folhagem pós-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005.....	64
Tabela 14 - Índice de área da folhagem pós-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo.....	65
Tabela 15 - Índice de área da folhagem pré-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005.....	66

Tabela 16 - Ângulo da folhagem pós-pastejo ($^{\circ}$) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas por alturas pós-pastejo de 10 e 15 cm de outubro de 2004 a dezembro de 2005.....	67
Tabela 17 - Ângulo da folhagem pós-pastejo ($^{\circ}$) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005.....	68
Tabela 18 - Ângulo da folhagem pré-pastejo ($^{\circ}$) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005.....	69
Tabela 19 - Ângulo da folhagem pré-pastejo ($^{\circ}$) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005.....	70
Tabela 20 - Massa de forragem pós-pastejo ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de MS) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005.....	73
Tabela 21 - Densidade volumétrica da forragem ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ de MS) pós-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005.....	82
Tabela 22 - Densidade volumétrica da forragem ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ de MS) pré-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo.....	83
Tabela 23 - Taxa de acúmulo de forragem ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ de MS) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo.....	85

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos dez anos, a pesquisa sobre o manejo do pastejo no Brasil adquiriu um novo enfoque, segundo o qual os requerimentos ecofisiológicos das plantas e comportamentais dos animais no ecossistema pastagem passaram a ser estudados e melhor entendidos possibilitando, assim, estabelecer recomendações visando propiciar melhorias na eficiência global dos sistemas de produção animal em pastagens. Nesse contexto, a estrutura do dossel é característica central, determinando e condicionando as respostas de plantas e animais quando submetidos ao pastejo. Esse novo enfoque vem possibilitando mudanças de conceitos arraigados e paradigmas postulados acerca do manejo de plantas forrageiras tropicais.

Em alguns países de clima temperado e de pecuária desenvolvida como a Nova Zelândia, por exemplo, onde a fonte primária de nutrientes para ruminantes é o pasto, as pesquisas com manejo do pastejo são calcadas em características estruturais da planta (e.g., índice de área foliar, altura do dossel, densidade volumétrica da forragem etc.) há mais de cinco décadas, gerando divisas e tornando o setor pecuário a “espinha dorsal” da economia de exportação daquele país. Em contraste, no Brasil ainda persistem estudos sem controle das características do dossel forrageiro, baseados em variáveis como taxas de lotação, doses de nitrogênio e períodos de descanso com valores fixos e pré-definidos e que não possuem relação alguma com o ritmo de crescimento das plantas e as características do ecossistema onde se encontra a pastagem. O manejo do pastejo com intervalo entre desfolhações sucessivas (e.g., pastejo rotativo) baseado em calendário com datas fixas, aliado às elevadas doses de nitrogênio e até mesmo o uso de irrigação, leva, inevitavelmente, a incrementos da altura pós-pastejo a cada ciclo em especial quando da mudança de estações (verão, outono, etc.). Assim, os pastos adquirem uma paisagem vulgarmente chamada no campo de “envarados”, ou seja, há um alongamento dos entre-nos do colmo no perfil do dossel forrageiro, resultando em pastos altos e com características desfavoráveis ao consumo animal, dificultando seu rebaixamento durante o pastejo (TRINDADE, 2007). Na verdade, nessa situação, o manejador de pasto confronta-se com a uma “degradação estrutural” e, na tentativa de solucionar um grande problema acaba

gerando outro, quando lança mão do uso de queimadas e, ou, roçadas no início de cada nova estação de crescimento.

Estudos baseados na avaliação dos impactos que estratégias de manejo têm sobre a estrutura do dossel e das variações dessa sobre as respostas de plantas e animais são fundamentais para se determinar práticas de manejo do pastejo (HODGSON, 1985), particularmente no caso das espécies forrageiras mais utilizadas nas áreas de pastagens plantadas do país, como aquelas do gênero *Brachiaria*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Estrutura do dossel forrageiro como determinante e condicionadora das respostas de plantas e animais no ecossistema pastagem

A estrutura do dossel tem sido usualmente definida como a “distribuição e o arranjo da parte aérea das plantas numa comunidade” (LACA; LEMAIRE, 2000), resultado da dinâmica de crescimento de suas partes no tempo e no espaço. Várias são as características utilizadas para descrevê-la. Dentre elas podem ser citadas a altura do dossel (cm), a massa de forragem (kg MS/ha), a densidade volumétrica (kg MS/ha.cm), a densidade populacional de perfilhos (perfilhos/m²), a distribuição da fitomassa por estrato, o ângulo da folhagem, o índice de área foliar, a relação folha/colmo etc..

A estrutura pode ser descrita de forma vertical ou horizontal (CARVALHO et al., 2001). Tradicionalmente, em estudos conduzidos sob condições de crescimento livre ou pastejo, maior ênfase é dada para a caracterização vertical da estrutura devido à sua melhor correlação com o consumo. No entanto, enquanto a estrutura vertical é importante em escalas menores da interação planta-animal, a horizontal é importante em todas as escalas, já que ela se cria com o passar do tempo pela ação do animal, uma vez que alguns locais da pastagem apresentam uma frequência de pastejo maior que outros (STUTH, 1991). Nos locais de preferência, a vegetação é, em geral, verde, baixa e composta essencialmente por lâminas foliares, enquanto que naqueles de menor preferência a vegetação é mais alta e possui participação elevada de material senescente.

A estrutura do dossel é uma característica central, e possui papel determinante sobre o tipo e a ordem de grandeza das repostas produtivas de plantas e animais na pastagem (HODGSON, 1985). Isso ocorre porque a estrutura tem relação direta com o tamanho, qualidade e eficiência do aparato fotossintético da comunidade de plantas, determinantes da produtividade primária (produção de forragem), e com a forma como a forragem é apresentada ao animal em pastejo, sua apreensibilidade, facilidade de colheita e consumo, determinantes da produtividade secundária do sistema (produção animal) (BRISKE; HEITSCHMIDT, 1991). Como exemplo, o arranjo espacial (estrutura) do dossel afeta tanto a distribuição da luz dentro da população de plantas como a

circulação de ar e a temperatura, afetando os processos de fixação do CO_2 e evapotranspiração (LOOMIS; WILLIAMS, 1969). Portanto, a arquitetura do dossel é fundamental para o uso eficiente da radiação fotossinteticamente ativa disponível. Nesse contexto, a altura seria o atributo provavelmente mais importante e determinante da habilidade competitiva das plantas pela luz incidente. Diferenças mínimas em altura podem ter grandes efeitos na competição por luz facilitando a sobreposição de uma folha sobre a outra.

Segundo Chapman e Lemaire (1993), a estrutura de um dossel forrageiro é definida por um conjunto de características genéticas da espécie, denominadas características morfogênicas, que são condicionadas por fatores de ambiente como luz, temperatura, suprimento de nutrientes e água disponível no solo dentre outros (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Dessa maneira, como as variáveis climáticas afetam essas características, a estrutura do dossel é, em parte, reflexo das condições de clima e de suas variações. Em pastos de gramíneas de clima temperado em estádios vegetativos, as três características morfogênicas são o aparecimento, o alongamento e a longevidade das folhas. Essas variáveis são responsáveis e determinantes das características estruturais do pasto, definidas pelo comprimento final da folha, a densidade populacional de perfilhos e o número de folhas vivas por perfilho. O produto dessas três características determina diretamente o índice de área foliar (IAF) do dossel. A partir dos conhecimentos gerados para espécies de clima temperado (CHAPMAN; LEMAIRES, 1993; LEMAIRES; CHAPMAN, 1996) foi possível, em anos mais recentes, o desenvolvimento de um novo modelo conceitual para o estudo e a pesquisa com plantas forrageiras de clima tropical (DA SILVA; NASCIMENTO JR, 2006), no qual além das características morfogênicas e estruturais listadas para plantas de clima temperado foram introduzidos o alongamento de colmo e a relação folha:colmo, respectivamente (Figura 1). De acordo com Da Silva e Nascimento Jr. (2006), nesse novo modelo, o produto animal passou a ser considerado como sendo o resultado da interação entre solo, clima, planta e animal. A premissa básica é que os recursos tróficos disponibilizados pelo meio (CO_2 , N, água, radiação solar e temperatura) ou pelas práticas de manejo (adubação e/ou fertilização) resultam em alterações das

características morfogênicas do pasto que, por sua vez, alteram as características estruturais, condicionando a taxa de lotação e o comportamento ingestivo dos animais.

Figura 1 - Modelo conceitual das relações planta-animal no ecossistema pastagem (adaptado a partir de CHAPMAN; LEMAIRE, 1993; CRUZ; BOVAL, 2000; SBRISSIA; DA SILVA, 2001; FREITAS, 2003; DA SILVA; NASCIMENTO JR. 2006)

Plantas individuais em pastagens sofrem desfolhações de forma intermitente, cuja intensidade e frequência dependem, principalmente, do tipo de animal, da taxa de lotação e do método de pastejo empregado (WADE; CARVALHO, 2000). Sendo assim, a estrutura do dossel não é definida única e exclusivamente pela dinâmica de crescimento de suas partes no tempo e no espaço, dependente das características morfogênicas das plantas e de variáveis de ambiente. É definida também por um forte fator biótico, o herbívoro, que remove partes das plantas, principalmente folhas, e acaba por afetar a densidade populacional de perfilhos e, por consequência, o índice de

área foliar (IAF), alterando a composição morfológica do dossel forrageiro (NABINGER; PONTES, 2001).

2.1.1 Índice de área foliar

Watson (1947) definiu o índice de área foliar (IAF) de uma planta como sendo a relação entre a sua área foliar e a área de solo ocupada pela mesma. Assim, quando o IAF é relacionado à interceptação luminosa, possibilita um melhor entendimento das relações entre as propriedades morfofisiológicas da comunidade vegetal e a quantidade de luz. O índice de área foliar do dossel é formado por relações dinâmicas entre as características morfogênicas e estruturais das plantas (LEMAIRE; AGNUSDEI, 1999) (Figura 1) e, para um dado genótipo, há uma relação constante entre a área da folha e o seu comprimento (NABINGER, 1999). Segundo Hodgson (1990), as características do dossel que apresentam uma maior consistência com a produção de forragem são a altura e o índice de área foliar.

Segundo Humphreys, (1966) com o aumento no índice de área foliar ocorre um aumento na interceptação luminosa e na eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa, resultando em uma aceleração na taxa de crescimento em condições favoráveis de ambiente. Em um IAF chamado “ótimo” ocorre a interceptação de praticamente toda a luz incidente com um mínimo de auto-sombreamento, produzindo, dessa forma, a máxima taxa de crescimento da cultura (TCC, peso de matéria seca acumulado por unidade de área por unidade de tempo) (BROWN; BLASER, 1968). Abaixo desse $IAF_{ótimo}$ as taxas de crescimento da cultura seriam menores quanto mais incompleta for a interceptação da luz incidente, ou seja, menor IAF. Acima do $IAF_{ótimo}$ a redução na taxa de crescimento da cultura seria causada pelo aumento das perdas respiratórias, consequência do sombreamento excessivo, que resulta num balanço negativo de carbono nas plantas (HAY; WALKER, 1989).

Já o IAF chamado “crítico” ($IAF_{crítico}$) é aquele em que 95% da luz incidente é interceptada pelas plantas (BROUGHAM, 1956), sendo considerado mais indicado como referência para o manejo de pastagens pois, apesar de a máxima TCC ocorrer no $IAF_{ótimo}$, esta é normalmente associada a altas taxas de senescência, o que resulta

em uma menor taxa de acúmulo líquido (balanço entre os processos de crescimento e senescência) na pastagem (HUMPHREYS, 1991). O trabalho de Carnevali (2003) com capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça), onde foram avaliadas, por meio de pastejo, as condições de interrupção da rebrotação quando o dossel interceptava 95% e 100% da luz incidente, demonstrou que para essa gramínea tropical o mesmo princípio poderia ser aplicado, e marcou o início de uma série de experimentos dessa natureza com diferentes gramíneas tropicais.

Os resultados revelados por Barbosa (2004) com capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) corroboraram os resultados de Carnevali (2003). Nesse trabalho foram utilizadas três condições pré-pastejo, caracterizadas pela interceptação de 90, 95 e 100% da luz incidente (%IL) e duas intensidades, caracterizadas pelas alturas pós-pastejo de 25 e 50 cm. De maneira geral, o maior acúmulo de forragem foi obtido para o tratamento de 95% de IL e 25 cm de altura pós-pastejo. Pastejos realizados com 90 ou 100% de IL e 50 cm de altura pós-pastejo resultaram em menor acúmulo de forragem. Na condição de 90% de IL a menor produção seguramente ocorreu por limitações do processo de crescimento, já que não havia área foliar suficiente para aproveitar toda luz incidente. Já para condição de 100% de IL a menor produção foi resultado da ocorrência de senescência e morte de tecidos. Outros trabalhos envolvendo outros cultivares de *Panicum* (MORENO, 2004), o capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) cv. Xaraés) (PEDREIRA, 2006) e o capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) cv. Marandu) (ZEFERINO, 2006) ratificaram o padrão descrito, sugerindo que esse poderia ser um novo referencial para o estudo e manejo de gramíneas tropicais em pastagens.

Mello e Pedreira (2004) quantificaram as respostas morfológicas de pastos de capim-tanzânia submetidos a três intensidades de pastejo rotativo (1000, 2500 e 4000 kg MSV-residual/ha, respectivamente). Nesse trabalho, com o progresso da estação de pastejo da primavera-verão para outono-inverno, houve reduções nos valores médios de IAF. Valores médios de $IAF_{crítico}$ (95% IL) de 3,6 (1000 kg MSV/ha), 4,0 (2500 kg MSV/ha) e 4,5 (4000 kg MSV/ha) foram registrados por volta do 22º dia de um período total de rebrotação de 33 dias, revelando a capacidade que a planta tem de alterar sua estrutura de forma a otimizar a uso da radiação incidente. Certamente 33 dias fixos de

período de descanso correspondeu a um intervalo entre pastejos muito longo para as condições de crescimento vigentes durante todo o experimento, uma vez que, segundo o critério de $IAF_{crítico}$, o pasto estaria pronto para ser pastejado novamente com 22 dias de rebrotação.

Os valores de $IAF_{crítico}$ em pastos de gramíneas, situam-se normalmente entre 3,0 e 5,0 (HUMPREYS, 1991). Porém, estes são normalmente maiores em pastagens de clima temperado comparativamente àqueles registrados em pastagens de clima tropical (FAGUNDES et al., 1999). Fagundes et al. (1999) reportaram valores de $IAF_{crítico}$ de 2,5 para Tifton-85, correspondente a uma altura de pasto de 15 cm quando sob lotação contínua. Diferenças relatadas entre e dentro de espécies são devidas a algumas características do pasto como tamanho da folha, ângulo de inserção, rigidez das folhas etc., que podem afetar sua estrutura e, conseqüentemente, o IAF, a interceptação luminosa e o acúmulo de matéria seca (COOPER, 1983).

Brown e Blaser (1968) relataram que as interações entre índice de área foliar e crescimento têm aumentado a possibilidade de uma utilização mais eficiente da radiação solar e produção de elevadas quantidades de forragem. No entanto, segundo Da Silva e Pedreira (1997), poucos têm sido os trabalhos que têm gerado informações suficientes para que o planejamento de estratégias eficientes de desfolhação possa ser elaborado visando máxima utilização da forragem produzida, sustentabilidade e produtividade da pastagem. A maior parte dos trabalhos, revisto até aquela época, está relacionada com taxas de lotação, níveis de fertilizantes e avaliação de desempenho, informações essas importantes, mas, contudo, pouco relevantes para a solução dos conflitos de interesses entre os componentes planta e animal em ecossistemas de pastagens.

Parsons et al. (1988) mencionaram que a pesquisa em manejo do pastejo tem por objetivo encontrar o ponto ótimo entre a necessidade da planta forrageira de conservar sua área foliar e a prerrogativa fundamental de remover esse tecido via corte ou pastejo para a manutenção da produção animal. A premissa básica da produção animal em pastagens é a remoção e o consumo da área foliar das plantas forrageiras para alimentação animal, que acaba por promover alterações e ajustes no crescimento e na população de perfilhos (GRANT; KING, 1983).

Alterações na área foliar, medidas pelo IAF, influenciam diretamente a capacidade de interceptação luminosa pelo dossel, promovendo mudanças tanto em suas características morfogênicas (alteração nas taxas de alongamento e aparecimento de folhas) quanto em suas características estruturais (diretamente sobre a densidade populacional de perfilhos ou indiretamente pelos efeitos derivados da alteração nas taxas de aparecimento e alongamento de folhas).

2.1.2 Interceptação de luz e a produção de forragem

Características relacionadas ao ambiente e às práticas de manejo da desfolhação adotadas apresentam interferência sobre a dinâmica do acúmulo de forragem. O fator de ambiente mais influente é a luz, pois potencializa a produção de tecidos quando abundante e acelera a senescência dos mesmos quando em quantidade insuficiente (BROUGHAM, 1956). Limitações de água e outros nutrientes também interferem em ambos os processos.

Em trabalhos pioneiros, Brougham (1955, 1956, 1957, 1959, 1960) descreveu a natureza sigmóide da curva de acúmulo de forragem ao longo da rebrotação (aumento da massa de forragem com o tempo) ao estabelecer que as taxas de acúmulo do azevém perene estavam relacionadas à área foliar e à proporção da luz incidente que era interceptada pelo dossel. O acúmulo de forragem atingia uma taxa máxima constante que era mantida enquanto existia área foliar suficiente para interceptar quase toda a luz incidente, sendo que uma maior intensidade de desfolhação (altura de corte mais baixa) exigia um tempo mais prolongado de recuperação. Wilson et al. (1961) quantificaram a luz que era interceptada pelo dossel de azevém perene (*Lolium perenne*, L.) mencionada por Brougham (1960). Os autores encontraram redução no acúmulo total de forragem dos pastos quando estes eram desfolhados com menos de 95% de interceptação da luz incidente.

Korte et al. (1982) estudaram o comportamento de azevém perene avaliando duas intensidades de desfolhação associadas a duas frequências correspondentes ao intervalo de tempo para a ocorrência de 95% de interceptação luminosa pelo dossel e duas semanas depois de atingido esse valor. Concluíram que durante o período de

desenvolvimento vegetativo das plantas a frequência de desfolhação na condição em que o dossel atingia 95% de IL resultava em maior produção de forragem com elevada proporção de folhas.

Bircham e Hodgson (1983), avaliando o efeito da condição em que pastos de azevém perene eram mantidos sob condições de controle rígido da estrutura do dossel por meio de lotação contínua, foram os primeiros a descrever o acúmulo de forragem como sendo o resultado líquido de dois processos concomitantes e antagônicos; o crescimento e a senescência. Esses autores revelaram existir uma amplitude de condições de pasto relativamente grande, correspondente a uma grande variação em estratégias de manejo, em que o acúmulo de forragem seria praticamente o mesmo, resultado de compensações entre número, área foliar e peso por perfilho. Ficou clara, assim, a importância que a estrutura do dossel possui como determinante e condicionante das respostas tanto de plantas como de animais. Dessa forma, surgiram as recomendações de práticas de manejo do pastejo com base em metas de condição de pasto ("sward target") como forma de assegurar a otimização dos processos de acúmulo e consumo de forragem pelos animais (HODGSON, 1985). Segundo Da Silva e Nascimento Jr. (2006), até pouco tempo no Brasil a grande maioria dos trabalhos com plantas forrageiras avaliava o acúmulo de forragem como sendo um processo único, singular, sem levar em consideração aspectos dinâmicos relacionados à população de plantas e à competição por luz.

Cooper e Wilson (1970) relataram que a transformação da energia luminosa em tecidos é dependente das características do dossel para interceptar a luz incidente, da eficiência fotossintética de folhas individuais e da distribuição dos tecidos produzidos ao longo do perfil do dossel forrageiro. Com o desenvolvimento de folhas e perfilhos, a planta gera área foliar para interceptação de luz e, conseqüentemente, realização de fotossíntese para produção de fotoassimilados e crescimento. Assim, folhas completamente expandidas produzem e translocam fotoassimilados necessários para as atividades de desenvolvimento do meristema apical, folhas em expansão e sistema radicular (WILLIAMS, 1964). Para que este crescimento seja otimizado, sob condições de pastejo, o manejo da desfolhação deve ser direcionado para a obtenção e manutenção de área foliar capaz de interceptar a maior parte da luz incidente,

objetivando, dessa forma, maior fixação de CO₂ via fotossíntese (BROUGHAM, 1956). Essa relação entre área foliar e produção de forragem caracteriza um dos mais conhecidos paradoxos do manejo de pastagens, ou seja, a manutenção de um mínimo de área foliar para interceptação de luz e a necessidade de colheita da forragem por meio de corte ou pastejo antes que esta entre em processo de senescência para o atendimento das necessidades dos animais. Esse fato se agrava quando se considera a eficiência fotossintética mais alta das folhas novas em relação às folhas mais velhas (WOLEDGE, 1985) que, devido à posição que ocupam no topo do dossel, são mais susceptíveis à colheita pelo animal e/ou eliminação pelo corte.

Segundo Verhagen et al. (1963), são vários os aspectos que estão envolvidos na interceptação da luz pelos vegetais. Alguns estão relacionados à organização espacial das folhas e são caracterizados pela densidade de área foliar (área de folha por volume de dossel), distribuição horizontal e vertical das folhas e pelo ângulo foliar. Já outros estão relacionados com aspectos funcionais que dependem de fatores da planta e do ambiente como idade, tipo e tamanho das folhas, saturação luminosa, flutuações na intensidade e na qualidade de luz. Assim, as diferenças de interceptação de luz e produção fotossintética relacionada com o ângulo foliar ocorrem principalmente para luz direta, e são também dependentes da elevação solar. O ângulo de inserção foliar é importante, pois regula o grau de penetração da radiação solar no dossel (BERNARDES, 1987).

Em trabalho recente, Molan (2004) avaliou a estrutura do dossel, a interceptação luminosa e o acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a alturas de pastejo por meio de lotação contínua, e revelou um padrão de comportamento análogo àquele descrito por Brougham (1956) para pastos de azevém perene em condições de desfolhação intermitente. De maneira geral, a produção de forragem foi crescente até valores de IAF relacionados com uma interceptação luminosa de 95%, condição na qual foram registradas as maiores taxas de acúmulo.

Outros trabalhos acompanhados de monitoramento minucioso da estrutura do dossel podem ser exemplificados como o de Fagundes et al. (1999 a,c), onde foram realizadas avaliações de IAF, interceptação luminosa (IL) e acúmulo de forragem em pastos de cultivares de *Cynodon* pastejados por ovinos em regime de lotação contínua.

Nesse trabalho, o cultivar Tifton 85 apresentou como faixa ótima de uso condições de pasto que variaram de 5 a 15 cm. Já para Florakirk essa faixa foi até 20 cm e para Coastcross o limite superior foi estimado como sendo superior a 20 cm quando o valor de 95% de IL pelo dossel foi utilizado como referência. Esses mesmos autores, em um segundo trabalho (FAGUNDES et al., 1999b), verificaram que as intensidades de pastejo estudadas não exerceram influência sobre a composição botânica/morfológica dos pastos, mas interferiram nas características estruturais do dossel como massa e densidade volumétrica da forragem. As avaliações referentes ao ambiente luminoso revelaram valores de coeficiente de extinção luminosa mais elevados (0,35 a 2,44) que os normalmente encontrados na literatura (0 a 1), além de as variações observadas necessitarem, para sua compreensão, de medidas adicionais mais detalhadas da arquitetura e estrutura do dossel (FAGUNDES et al., 2001). Uma vez que a comparação de valores de coeficiente de extinção luminosa (k) na literatura é complicada pela variação em fatores relativos às plantas (como porcentagem de colmos, altura do dossel e posição, ângulo e refletividade das folhas), ao ambiente (elevação do sol e grau de nebulosidade) e a aspectos técnicos das medições (diferenças na sensibilidade para diferentes espectros de luz dos aparelhos medidores utilizados) (BROWN; BLASER, 1968), foi concluído que mais esforços deveriam ser concentrados nas características da estrutura do dossel e seu arranjo espacial por meio de avaliações de ângulos foliares, comprimento e largura de lâminas das folhas, densidade de área foliar (área foliar por volume de dossel), além da interceptação luminosa, índice de área foliar e composição botânica do pasto. Somente dessa maneira o desaparecimento da luz ao longo do perfil do dossel poderá ser devidamente caracterizado e compreendido. Vale ressaltar que os trabalhos citados faziam parte de uma série compreensiva de experimentos realizados de forma concomitante na mesma área experimental, onde vários aspectos da produção de forragem e respostas de plantas forrageiras do gênero *Cynodon* foram avaliados. Assim, os experimentos de Fagundes et al. (1999a, 1999b, 1999c, 2001), nos quais também foram estudados carboidratos de reserva nas raízes e na parte aérea das plantas (CARVALHO et al., 2001b), foram realizados de forma integrada a experimentos onde se avaliou a demografia e a dinâmica do perfilhamento das plantas (CARVALHO et al., 1999, 2000a, 2000b, 2001a), dinâmica do acúmulo de

matéria seca (PINTO et al., 1999, 2001a, 2001b), compensação tamanho x densidade populacional de perfilhos (SBRISSIA et al., 1999, 2001), valor nutritivo e desempenho animal (CARNEVALLI et al., 1999, 2000a, 2000b, 2001a, 2001b) e as conclusões gerais do conjunto global de resultados apontaram para a importância e a necessidade do conhecimento das relações entre arquitetura do dossel e aspectos da interceptação luminosa, fator determinante dos equilíbrios de processos dinâmicos ocorrendo nas comunidades de plantas forrageiras em pastagens. Seqüência análoga de experimentos com o capim-marandu, também sob lotação contínua, revelou o mesmo padrão de resultados (GONÇALVES, 2002; LUPINACCI, 2002; ANDRADE, 2003; SARMENTO, 2003; MOLAN, 2004 e SBRISSIA, 2004), reforçando e enfatizando esse ponto.

Portanto, pesquisas sobre o comportamento de características morfogênicas, estruturais (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993) e ecofisiológicas do pasto (DA SILVA; SBRISSIA, 2001) podem elucidar os mecanismos básicos da produção de forragem em ecossistemas de pastagens em razão de o crescimento das plantas forrageiras depender do desenvolvimento de seus componentes (MATTHEW; CHU, 1991). Além disso, podem indicar novas estratégias de manejo que levem a maiores produtividades das pastagens.

2.2 A ecofisiologia aplicada ao manejo do pastejo de pastagens tropicais

A produção animal eficiente em pastagens não é simples, uma vez que requer a integração dos requerimentos conflitantes entre plantas e animais, ou seja, a produção de área foliar para assegurar o crescimento e produção das plantas e a necessidade de colheita de forragem de alto valor nutritivo, especialmente as folhas, para atender as necessidades nutricionais dos animais em pastejo. No entanto, quando os conhecimentos de ecofisiologia são aplicados ao manejo do pastejo (DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2006) é possível a criação e a manutenção de estruturas de dossel que otimizem o uso do tempo pelo animal em pastejo por meio da facilidade de busca e apreensão de forragem, garantindo consumo satisfatório de forragem (SILVA, 2004; CARVALHO et al., 2005; TRINDADE, 2007) de bom valor nutritivo (CARNEVALLI et al.,

2000,2001a,b; ANDRADE, 2003; HACK, 2004; DIFANTE, 2005), assegurando níveis satisfatórios de desempenho animal em ambientes de pastagens tropicais. Sob essas condições, os elevados índices de desempenho animal obtidos na pesquisa recente com pastagens tropicais revelam o quanto o desconhecimento acerca do manejo adequado da estrutura desses pastos compromete a produção animal, e revelam que pastos tropicais sofrem, normalmente, de um preconceito, o de produzir forragem de baixo valor nutritivo e sustentarem baixas produtividades animal. Este, se não totalmente incorreto, é, pelo menos, superestimado (DA SILVA; CARVALHO, 2005). Talvez o uso desse estereótipo seja baseado no fato de que ainda prevalecem no cenário brasileiro recomendações simplistas e generalistas acerca do uso e manejo do pastejo das plantas forrageiras, definidas sem o embasamento de suas respostas ecofisiológicas (DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2006) e de como plantas e animais respondem a regimes de desfolhação (DA SILVA; CARVALHO, 2005), como exemplo, recomendações de alturas estabelecidas de maneira arbitrária e o manejo do pastejo baseado em calendário, com números fixos e predeterminados de dias entre desfolhações sucessivas.

Recentemente, Pedreira (2006) revelou resultados interessantes trabalhando com capim-xaraés submetido a diferentes estratégias de pastejo rotativo. Nesse estudo a entrada dos animais nos piquetes foi determinada por duas condições baseadas em interceptação luminosa, 95 e 100% de IL, e uma terceira condição correspondente a um período de descanso fixo de 28 dias (recomendação generalizada utilizada em condições de campo no Brasil), sendo a altura pós-pastejo, no momento da saída dos animais do piquete, um valor único de 15 cm. O padrão de acúmulo de forragem para a estratégia de 28 dias variou entre aquele das estratégias de 95 e 100% de IL dependendo da época do ano e das condições de crescimento vigentes. A meta de 95% de IL correspondeu consistentemente a uma altura média de 30 cm, independentemente da época do ano e da condição de pré-pastejo avaliada. Durante o período de setembro a dezembro de 2005 (primavera), caracterizado por temperaturas médias mais baixas, menor precipitação pluvial e menor disponibilidade de radiação luminosa, o período de descanso de 28 dias apresentou um padrão de resposta mais próximo daquele correspondente à estratégia de 95% de IL. Nessas condições, a

velocidade de crescimento das plantas é menor e o dossel necessita de um maior número de dias para atingir 95% de IL e, ou, 30 cm de altura e iniciar processo intenso de competição por luz, situação em que o acúmulo de colmos e senescência são drasticamente intensificados. Por outro lado, durante o período de janeiro a fevereiro de 2006 (verão), com o aumento generalizado da disponibilidade de fatores de crescimento e, conseqüentemente, uma maior velocidade de rebrotação (taxas de crescimento e acúmulo de forragem), o período de descanso de 28 dias representou, em termos fisiológicos para a planta, um período mais longo, uma vez que um menor número de dias foi necessário para atingir 95% de IL e, ou, 30 cm de altura. Esse fato teve como conseqüência um padrão de acúmulo de forragem mais próximo daquele de pastos submetidos à estratégia de 100% IL (Pedreira, 2006). Esse padrão distinto de comportamento em função da época do ano e, ou, condições de crescimento resultou em valores de altura do dossel e massa de forragem (acima do resíduo de 15 cm) diferentes para os mesmos 28 dias de descanso (30 cm e 2140 kg MS/ha na primavera e 35 cm e 2870 kg MS/ha no verão, respectivamente) e 100% de IL (40 cm e 5220 kg MS/ha na primavera e 45 cm e 4410 kg MS/ha no verão, respectivamente) em contraste com a estratégia de 95% de IL (30 cm e 2160 kg MS/ha na primavera e 30 cm e 2300 kg MS/ha no verão, respectivamente), que apresentou valores relativamente estáveis para essas variáveis. Esse fato demonstra a inconsistência de respostas e a limitação de se adotar e, especialmente generalizar, um período de descanso fixo e definido *a priori*, uma vez que dependendo da época do ano e das condições vigentes de crescimento este pode ser demasiadamente curto, o que levaria as perdas de produção em termos de quantidade, ou demasiadamente longo, o que levaria as perdas de quantidade e qualidade, podendo, inclusive, resultar em degradação dos pastos.

Padrão análogo de resposta ao trabalho de Pedreira (2006) já havia sido descrito anteriormente, em trabalho pioneiro no Brasil, para o capim-mombaça (CARNEVALLI, 2003), também submetido à desfolhação intermitente, modalidade pastejo rotativo, seguindo a mesma filosofia de estudo, ou seja, utilizando-se o conceito de $IAF_{crítico}$ (95% IL) como ideal para manejo de pastagens. Para tanto, foram avaliadas duas condições de pré-pastejo, onde o momento de entrada dos animais nos pastos era caracterizado por 95 e 100% de IL pelo dossel, combinadas a duas alturas pós-

pastejo (30 e 50 cm). De maneira geral, a maior produção de forragem foi registrada para o tratamento 95 de IL aliado à altura pós-pastejo de 30 cm e menor para o tratamento com 100% de IL ou a altura pós-pastejo mais elevada (50 cm). Essa menor produção foi em virtude do processo de competição por luz, o que resultou em processo acelerado de senescência foliar, além de elevar a participação de colmos na massa de forragem em pré-pastejo (CARNEVALLI et al., 2006) diminuindo o valor nutritivo da forragem acumulada (BUENO, 2003). As condições de pré-pastejo de 95 e 100% de IL apresentaram alta correlação com a altura do pasto, que foi, em média, 90 e 110 cm, respectivamente, ao longo de todo o período experimental, independentemente da época do ano e, ou, estágio fisiológico da planta (vegetativo ou reprodutivo). Esse resultado indicou que a altura poderia ser utilizada como meta de campo confiável para o controle e monitoramento do processo de rebrotação e pastejo do capim-mombaça. Silva (2004), trabalhando com o capim-mombaça sob pastejo rotativo, avaliou o efeito de cinco alturas (60, 80, 100, 120, 140 cm) por ocasião do início do pastejo (entrada dos animais nos piquetes), sobre a taxa de consumo de novilhas da raça Holandês preto e branco. A taxa de consumo aumentou com o aumento da altura pré-pastejo (PALHANO et al., 2006) e atingiu um valor máximo por volta de 90-100 cm, ponto a partir do qual passou a diminuir até a altura de 140 cm. Para o capim-mombaça, 90 cm de altura pré-pastejo corresponde à condição de 95% de IL determinada por Carnevalli (2003), sugerindo uma convergência entre as respostas de plantas e animais em relação à variação em estrutura do dossel forrageiro e apontando a condição de 95% de IL como ideal. Essa relação foi ratificada por Hack (2004) que, avaliando o desempenho de vacas leiteiras pastejando capim-mombaça com alturas de entrada de 90 e 140 cm, registrou valores de produção diária de leite de 14,0 e 10,8 kg/vaca, respectivamente, ou seja, uma diferença de cerca de 30%.

Trabalhos com capim-tanzânia realizados recentemente sob regime de desfolhação intermitente (pastejo rotativo) por bovinos de corte em crescimento (MELLO; PEDREIRA, 2004) revelaram que a condição de 95% de interceptação luminosa do dossel forrageiro dessa espécie forrageira foi caracterizada consistentemente por uma altura de 65-70 cm do dossel, independentemente da massa de forragem residual avaliada (1000, 2500 e 2444 kg MS/ha). Os resultados de

Balsalobre (2002) e Penati (2002) relativos à composição morfológica e bromatológica da forragem produzida e o desempenho de bovinos de corte em pastejo nesse experimento, sugerem que o padrão de acúmulo de forragem descrito para o capim-mombaça por Carnevalli (2003) também seja válido para o capim-tanzânia. Assim, o manejo dessa planta quando submetida a pastejo rotativo deveria ser feito com uma altura pré-pastejo de 70 cm e uma altura pós-pastejo de 30 a 50 cm. Barbosa (2004), trabalhando com o capim-tanzânia submetido a desfolhação intermitente (pastejo rotativo) caracterizado por alturas pós-pastejo de 25 ou 50 cm e condições pré-pastejo 90, 95 e 100% de interceptação luminosa do dossel, encontrou que as alturas pré-pastejo apresentaram um comportamento bastante consistente ao longo do ano, cujos valores foram 60, 70 e 85 cm para as condições de 90, 95 e 100% de IL. Nesse experimento, pastejos realizados com 90% de IL resultaram em menor acúmulo total de matéria seca, porém acúmulo semelhante de folhas em relação à condição de 95% IL. Já aqueles realizados com 100% IL resultaram em menor acúmulo de folhas, indicando que antes de 95% IL a produção de forragem seria limitada por interceptação sub-ótima da luz incidente e depois de 95% IL por perdas excessivas por senescência e morte de tecidos (BARBOSA, 2004), de forma semelhante àquela descrita por Parsons e Penning (1988) e Parsons et al. (1988) para azevém perene, corroborando os resultados de Carnevalli (2003). Esse fato ratifica e dá suporte ao uso do critério de 95% de IL como referência para a interrupção da rebrotação, uma vez que corresponde à condição em que a maior taxa de acúmulo de folhas é obtida, além de poder ser facilmente identificada no campo por meio da altura do dossel forrageiro. Como aplicação dos resultados de Barbosa (2004) gerados para o capim-tanzânia, Difante (2005), trabalhando na mesma área experimental com duas condições de altura pós-pastejo (25 e 50 cm) e uma de pré-pastejo (95% de IL), relatou alturas médias de pré-pastejo de 65 e 70 cm para as alturas pós-pastejo de 25 e 50 cm, respectivamente. Nesse experimento o maior ganho de peso médio diário foi registrado quando a altura pós-pastejo era mais elevada (800 e 660 g/novilho.dia para 50 e 25 cm, respectivamente). Contudo, na condição de altura pós-pastejo mais baixa – 25 cm - foram registradas as maiores taxas de lotação durante os 150 dias de experimento (6,1 e 4,9 UA/ha para 25 e 50 cm, respectivamente). O número de ciclos de pastejo nos

pastos manejados com a altura pós-pastejo de 50 cm foi maior, no entanto, a produtividade (ganho de peso por unidade de área) foi ligeiramente superior nos pastos manejados a 25 cm de altura pós-pastejo, além de os valores de ganho de peso terem se mostrado menos variáveis ao longo de todo o período experimental. Neste trabalho o menor desempenho animal nos pastos manejados a 25 cm de altura pós-pastejo foi consequência de uma redução de 20% no consumo diário de forragem, uma vez que não houve diferença em termos de valor nutritivo da forragem consumida. Esses resultados demonstram a importância do ajuste da intensidade de pastejo (altura pós-pastejo) como forma de regular o nível de desempenho animal almejado, ajustar a eficiência de colheita da forragem produzida e gerar flexibilidade de manejo no sistema de produção, uma vez que a frequência de pastejo, após definida de forma adequada, assegura a produção de forragem de bom valor nutritivo.

De acordo com os conhecimentos atuais acerca do manejo do pastejo, não seria nenhum exagero afirmar que tanto as respostas de plantas forrageiras de clima temperado como as de clima tropical e sub-tropical seguem padrões análogos de resposta condicionados e determinados por variações em estrutura do dossel forrageiro.

O capim-marandu representa uma parcela significativa das áreas de pastagens cultivadas do Brasil. Em uma série recente de experimentos, foi possível a geração de conhecimento acerca do manejo dessa planta forrageira sob lotação contínua (*steady state*) durante treze meses (LUPINACCI, 2002; GONÇALVES, 2002; ANDRADE, 2003; SARMENTO, 2003; MOLAN, 2004; SBRISSIA, 2004), segundo uma filosofia de controle e monitoramento minucioso da estrutura do dossel forrageiro e de seu padrão de variação. Contudo, esforço semelhante sob desfolhação intermitente (e.g. pastejo rotativo) é praticamente inexistente no Brasil, o que gera dificuldade no entendimento e compreensão da funcionalidade de respostas dessa planta ao pastejo, limitando o planejamento e idealização de práticas de manejo ecologicamente sustentáveis e tecnicamente eficientes e rentáveis.

2.3 Hipótese e objetivo

Com base nos resultados de pesquisa recente e padrões de resposta promissores com plantas forrageiras tropicais, onde protocolos experimentais foram adaptados a partir dos conhecimentos ecofisiológicos gerados para plantas de clima temperado há mais de 50 anos, descritos nesta revisão, formulou-se a hipótese central de que o regime de desfolhação intermitente com diferentes intensidades e frequências promovem mudanças na estrutura do dossel do capim-marandu, sendo a condição ideal para interromper a sua rebrotação o momento em que o dossel intercepta 95% da luz incidente.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de combinações entre intensidades e frequências de pastejo (definidas com base em IL) sobre a estrutura do dossel, interceptação de luz e produção de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a pastejo rotativo por bovinos de corte.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 Espécie vegetal

A espécie estudada foi a *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) cv. Marandu, também conhecida por outras denominações regionais como brizantão, brizantha, braquiarão, Marandu e capim-marandu (RENVOIZE et al., 1998). Em função dessa variedade de nomes regionais e com a finalidade de manter o rigor científico, o nome utilizado deste ponto em diante do texto será capim-marandu.

De acordo com Nunes et al. (1985), o capim-marandu é um ecótipo originário de regiões vulcânicas da África tropical que durante muitos anos foi cultivado no Brasil, na região do município de Ibirarema, Estado de São Paulo. Em 1977 a Estação de Pesquisas em Pastagens de Marandela - Zimbabwe, na África, enviou amostras do material vegetal ao CNPGC - Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, da EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, situado no município de Campo Grande, Estado do Mato Grosso do Sul, onde passou a ser estudado sob o código de acesso BRA-000591. No ano de 1979 o CPAC - Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado, também da EMBRAPA, situado no município de Planaltina, Distrito Federal, recebeu parte do material para estudo. No ano de 1984 houve o lançamento oficial do cultivar, numa parceria entre o CPAC e o CNPGC, servindo como mais uma alternativa aos pecuaristas brasileiros (NUNES et al., 1985; RENVIOZE et al., 1998).

O capim-marandu chamou a atenção dos técnicos pelas suas características específicas como: plantas sempre robustas, perene com até 120 cm de altura, colmos eretos ou subereto, mas com emissão de perfilhos predominantemente eretos. Seus rizomas são muito curtos e encurvados. Os colmos floríferos são eretos, com perfilhamento nos nós superiores, levando à proliferação de inflorescências que atingem até 40 centímetros de comprimento, geralmente com 4 a 6 racemos. Suas lâminas foliares são de cor verde brilhante, do tipo linear ou linear-lanceoladas, variando de 6-15 mm de largura e 5-40 cm de comprimento, glabras na face adaxial,

pubescentes na face abaxial, e bordos não cortantes. As bainhas são pilosas com cílios nas margens, geralmente mais longas que os entrenós, escondendo-os nos nós, o que confere a impressão de haver densa pilosidade nos colmos vegetativos (NUNES et al., 1985). Sua capacidade de adaptação às mais variadas condições de ambiente (GHISI; PEDREIRA, 1987), especialmente em sistemas de produção com reduzido emprego de insumos, é a principal responsável pela expansão de sua área de utilização e expressividade (ANDRADE, 1994).

Segundo Santos Filho (1996), é uma das plantas forrageiras mais utilizadas em todo o país, perfazendo mais de 20% da área de pastagens plantadas (MACEDO, 1995). Soares Filho (1994) mencionou que esse cultivar adapta-se a condições de até 3.000 metros de altitude, precipitação pluvial anual ao redor de 700 mm e cerca de 5 meses de seca no inverno. No entanto, não suporta solos encharcados. É recomendada para áreas de média a boa fertilidade, embora tolere acidez no solo.

A temperatura ótima para seu desenvolvimento situa-se entre 30 e 35°C, sendo a mínima de 15°C, embora tolere bem geada (SKERMAN; RIVEIROS, 1992). Apresenta reduzida tolerância ao sombreamento, desenvolvendo-se abundantemente sob condições de sol pleno. Apresenta elevado potencial de produção de massa verde, sendo muito utilizado na alimentação de ruminantes (SOARES FILHO, 1994).

3.1.2 Local e solo da área do experimento

O experimento foi conduzido na Unidade Experimental de Plantas Forrageiras (UEPF), em área do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, pertencente à Universidade de São Paulo, no município de Piracicaba, Estado de São Paulo. As coordenadas geográficas aproximadas do local do experimento são 22°42’ de latitude sul e 47° 37’ de longitude oeste, e altitude de cerca de 550 metros (OMETO, 1989).

O relevo da área experimental pode ser considerado suave a moderadamente ondulado e o solo classificado como Nitossolo Vermelho eutrófico (EMBRAPA, 1999), com horizonte A moderado e textura variando de argilosa a muito argilosa, de

elevada fertilidade, conforme verificado nos resultados de análise de solo realizada em dezembro de 2003 (Tabela 1).

Tabela 1- Resultado da análise química de solo da área experimental

	pH	MO	P*	Ca	Mg	K	H + Al	S	T	V
Parcela	CaCl ₂	dg.dm ⁻³	mg.dm ⁻³			mmol _c .dm ⁻³				%
BLOCO I										
95/10	5,9	48	52	60	19	7,1	28	86,1	114,1	75
100/10	5,6	44	64	73	22	11,4	29	106,4	135,4	79
95/15	5,9	44	59	69	23	6,8	28	98,8	126,8	78
100/15	6,0	44	47	74	26	6,2	24	106,2	130,2	82
BLOCO II										
95/10	5,8	46	51	59	18	7,8	33	84,8	117,8	72
100/10	5,7	40	58	49	18	7,4	29	74,4	103,4	72
95/15	5,6	40	51	59	19	8,6	31	86,6	117,6	74
100/15	5,7	44	58	59	19	6,5	33	81,5	114,5	71
BLOCO III										
95/10	5,5	43	56	72	16	5,6	34	93,6	127,6	73
100/10	5,5	41	82	81	20	5,7	36	106,7	142,7	75
95/15	5,6	41	61	88	20	5,9	36	113,9	149,9	76
100/15	5,5	40	80	63	19	7,4	36	89,4	125,4	71
BLOCO IV										
95/10	5,0	38	80	86	11	2,5	55	99,5	154,5	64
100/10	5,2	37	84	111	17	5,2	47	133,2	180,2	74
95/15	5,2	35	89	91	14	5,9	45	110,9	155,9	71
100/15	5,2	38	96	93	15	3,5	50	111,5	161,5	69

* Extrator de fósforo: resina trocadora de íons (RAIJ et al., 1986).

3.1.3 Clima e dados climáticos durante o experimento

O clima da região de Piracicaba, segundo o “Sistema Köppen”, é classificado como Cwa, ou seja, mesotérmico úmido, subtropical de inverno seco. Os dados climáticos para a área experimental durante a realização do experimento foram coletados no posto meteorológico do Departamento de Ciências Exatas da USP/ESALQ, distante cerca de 500 m da área experimental, de outubro de 2004 a dezembro de 2005 (Figuras 2, 3 e 4). O extrato do balanço hídrico foi calculado considerando-se uma capacidade de armazenamento de água (CAD) de 50 mm (Figura 5).

Figura 2 - Temperatura média durante o período experimental comparada com a média dos últimos 88 anos (1917-2005)

Figura 3 - Precipitação média durante o período experimental comparada com a média dos últimos 88 anos (1917-2005)

Figura 4 - Insolação média durante o período experimental comparada com a média dos últimos 88 anos (1917-2005)

Figura 5 - Extrato do balanço hídrico dos decêndios mensais do período de outubro de 2004 a dezembro de 2005

3.1.4 Animais

Inicialmente, para o rebaixamento do pasto da condição de pré para a condição de pós-pastejo (item 3.2.1) foram utilizadas novilhas da raça Nelore (*Bos taurus indicus* L.) (Figura 6) com cerca de 250 kg de peso médio provenientes do rebanho do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ. A partir de março de 2005, com o início de avaliações concomitantes de comportamento ingestivo, foram trazidas novilhas Nelore oriundas da Fazenda Olhos D'água, situada no município de Itaí, SP, com peso médio inicial de 200 kg, que, juntamente com as novilhas e vacas Nelore do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ (peso médio de 470 e 550 kg, respectivamente), passaram a compor o lote de animais utilizados para a realização dos pastejos. Os pastejos foram realizados utilizando-se o método "mob grazing" (MISLEVY et. al., 1983;

GILDERSLEEVE et. al., 1987) e o lote de animais dimensionado de forma que o tempo de rebaixamento dos pastos não excedesse um dia.

3.2 Métodos

3.2.1 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos experimentais corresponderam a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas por combinações entre duas intensidades e dois intervalos entre pastejos. Foram avaliados um pastejo mais intenso, julgado representar um nível alto de utilização da forragem produzida e caracterizado por uma altura pós-pastejo de 10 cm, e um pastejo mais leniente, caracterizado por uma altura pós-pastejo de 15 cm. Essas intensidades foram combinadas a dois intervalos entre pastejos, um correspondente ao tempo necessário para que o dossel forrageiro atingisse um índice de área foliar (IAF) tal que permitisse que 95% da luz incidente fosse interceptada durante a rebrotação, e outro quando valores próximos de 100% de interceptação luminosa (IL) fossem atingidos. A nomenclatura adotada para os tratamentos foi: 95/10, 100/10, 95/15 e 100/15, onde o primeiro valor refere-se aos valores de interceptação de luz pelo dossel na condição de pré-pastejo e o segundo aos valores de altura pós-pastejo dos pastos. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com os tratamentos arranjos segundo um fatorial 2 x 2 e 4 repetições. Ao todo, o experimento possuía um total de 16 unidades experimentais (piquetes) (4 blocos x 4 tratamentos por bloco) com cerca de 1200 m² cada (60 x 20 m) (Figura 6 e 7), separadas por cerca convencional tipo “Paraguaia” para delimitação e contenção dos animais, além de bebedouros e cocho para suplementação mineral, totalizando uma área experimental total de aproximadamente 2 hectares.

Figura 6 – Vista geral da área experimental com animais em pastejo (BIII 100/15)

Figura 7 - Imagem de satélite (Fonte: software: *Google® Earth* – acesso online em 26/12/2006) da área experimental. BI, BII, BIII e BIV: blocos de 1 a 4; R1 e R2: áreas de reserva; RA1 e RA2: áreas de reserva adubadas; Lab: laboratório

3.2.2 Instalação das condições experimentais e imposição dos tratamentos

Os pastos de capim-marandu foram estabelecidos em janeiro de 2001 e serviram a uma série de experimentos baseados em regimes de lotação contínua que abordaram aspectos da ecofisiologia e ecologia do pastejo dessa espécie forrageira de novembro de 2001 a dezembro de 2002. Desde o final dos experimentos a área foi mantida sob pastejo rotativo utilizando-se bovinos de corte. Em dezembro de 2003, após um pastejo intenso (aproximadamente 13 cm de altura de resíduo) foi realizada uma roçada em todas as parcelas a uma altura de 8 cm do solo para uniformização da condição de início de rebrotação de todos os piquetes. Desde então as condições de pasto passaram a ser monitoradas de forma que as metas de pré-pastejo de 95 e 100% de IL para cada tratamento pudessem ser determinadas, o que ocorreu somente no mês de fevereiro de 2004. Inicialmente as alturas pós-pastejo utilizadas foram 15 e 20 cm. Terminados os primeiros pastejos, verificou-se que o resíduo de 20 cm resultava em um índice de área foliar tal que permitia que mais de 90% da luz incidente fossem interceptados, representando uma intensidade de pastejo demasiadamente leniente, impossibilitando sua utilização principalmente quando combinada com pastejos mais freqüentes (95% IL). Decidiu-se então pela redução das metas de altura pós-pastejo para 7 e 15 cm, respectivamente, buscando sempre manter o contraste entre um pastejo considerado intenso e outro mais leniente. Contudo, o rebaixamento dos pastos até a altura de 7 cm foi muito difícil de ser feito e a meta não pôde ser alcançada, mesmo prolongando o período de ocupação e aumentando a quantidade de animais utilizados em cada pastejo. Assim, uma terceira modificação no protocolo experimental foi realizada, e foram adotadas as alturas pós-pastejo 10 e 15 cm. Estas permitiram o contraste planejado em termos de intensidade de pastejo e passaram a ser as referências utilizadas no experimento para os tratamentos. O período experimental foi iniciado assim apenas em outubro de 2004, tendo sido encerrado em dezembro de 2005, totalizando 15 meses ininterruptos de avaliação.

3.2.3 Monitoramento das condições experimentais, adubação e tratos culturais

O monitoramento da interceptação luminosa dos pastos foi realizado imediatamente após o encerramento de cada pastejo, na condição de altura pós-pastejo, e a cada incremento de 5 cm na altura do dossel forrageiro durante a rebrotação (15, 20, 25, 30 etc., dependendo do tratamento). Quando a interceptação de luz atingia valores próximos de 90%, as avaliações passavam a ser realizadas a cada 2 dias até que as metas de 95 e 100% de IL fossem atingidas para realização de um novo pastejo. O equipamento utilizado foi um aparelho analisador de dossel marca LI-COR® modelo LAI 2000¹. Foram utilizadas 10 estações de leitura (amostragem) por piquete, nas quais eram tomadas 5 leituras no nível do solo e uma leitura correspondente acima do dossel em cada estação, totalizando 50 leituras no nível do solo e 10 acima do dossel por unidade experimental. A altura do dossel foi determinada utilizando-se uma folha de transparência como referência e régua graduada em centímetros (FAGUNDES, 1999a), com a qual foram realizadas 20 leituras em cada unidade experimental. Em cada ponto, dos quatro lados da transparência, registrava-se o maior e o menor valor de altura (plano da superfície de folhas), obtendo-se, assim, a altura média por ponto. A média da unidade experimental correspondeu à média dos 20 pontos de leitura de cada piquete. O caminhar dentro do piquete para as avaliações de altura era feito de maneira sistemática (forma de zig-zag), e realizada, como para todas as avaliações do protocolo experimental, sempre pelo mesmo avaliador com a finalidade de reduzir eventuais erros relativos a diferenças entre observadores (Figura 8).

¹ LI-COR, Lincoln, Nebraska, EUA.

Figura 8 - Monitoramento de altura dos pastos com a lâmina transparente e régua milimetrada

As unidades experimentais receberam adubações estratégicas com nitrogênio, potássio e enxofre utilizando-se o fertilizante formulado 30-00-20 contendo 6% de enxofre na forma de sulfato de amônio. Como o intervalo entre pastejos utilizado não era fixo, e a condição de entrada dos animais no pasto era variável, a quantidade total de adubo aplicada (190 kg.ha^{-1} de N) foi dividida por pastejo conforme o período de descanso resultante de cada tratamento, de tal forma que uma quantidade relativamente uniforme fosse aplicada a cada época de aplicação (Tabela 2).

Tabela 2 - Quantidade de nitrogênio (kg.ha^{-1}) aplicado e as respectivas épocas de aplicação durante o período experimental

Quantidade (kg.ha^{-1})	Época	
	Início	Final
30	21/10/04	29/12/04
30	15/01/05	11/02/05
50	06/04/05	23/04/05
50	06/11/05	08/12/05
30	15/12/05	28/01/06

No final da primavera houve uma alta infestação da lagarta-do-cartucho-do-milho (*Spodoptera frugiperda*, Smith), cujo controle foi feito por meio da aplicação de inseticida biológico de nome comercial Tracer® (i.a. spinosad), feita em três épocas diferentes (Tabela 3).

Tabela 3 - Forma de aplicação do inseticida biológico e respectivas datas de aplicação

Forma de aplicação		Data
Área total	Pulverizador	08/12/04
Parcelado	Costal	23/12/04
Parcelado	Costal	22 e 23/04/05

3.2.4 Avaliações de campo

3.2.4.1 Estrutura do dossel forrageiro

3.2.4.1.1 Distribuição vertical dos componentes morfológicos

A distribuição vertical dos componentes morfológicos e botânicos dos pastos foi avaliada utilizando-se um equipamento chamado “armação de ponto inclinado” (ou “*inclined point quadrat*”) (LACA; LEMAIRE, 2000; WARREN-WILSON, 1960; MOLAN, 2004). A haste do aparelho foi montada com uma inclinação de 32,5° entre seu plano de penetração no perfil do dossel e a perpendicular em relação ao solo (Figura 9).

Figura 9 - Avaliação da estrutura do dossel forrageiro com a “armação de ponto inclinado”

O equipamento foi posicionado em pontos que representassem a altura média da unidade experimental no momento das avaliações, permitindo a descrição do posicionamento vertical dos componentes morfológicos da massa de forragem à medida que sua haste graduada era introduzida no perfil do dossel forrageiro e sua ponta tocava diferentes estruturas e tecidos vegetais. Essas estruturas foram classificadas da seguinte maneira:

- Folha: tecido da lâmina foliar completamente verde.
- Material morto: tecido necrosado em folha aderida ao perfilho e todo material completamente necrosado não visivelmente aderido a um perfilho.
- Colmo: colmo e bainha das folhas de um perfilho que havia ou não emitido inflorescência.
- Plantas invasoras: toda planta que não fosse o capim-marandu.

Cada estrutura era identificada e a altura em que os toques ocorriam registrada a partir da haste do aparelho, graduada em centímetros. Após cada toque, o componente tocado era cuidadosamente retirado da ponta da haste para que fosse possível dar continuidade ao processo de avaliação, introduzindo-se a haste no perfil do dossel até que novo toque ocorresse. Esse procedimento foi repetido até que a ponta da haste tocasse o solo, ponto onde foi gerada a última leitura de altura da haste que serviu de referência para o cálculo das alturas efetivas dos toques realizados em relação ao solo. Foi realizado um mínimo de 100 toques por unidade experimental (400 toques por tratamento), o que correspondeu a um número variável de estações de leitura (3 a 5 na condição pré-pastejo e de 5 a 10 na condição de pós-pastejo), dependendo do tratamento avaliado. Essas avaliações foram realizadas toda vez que os diferentes tratamentos atingiam as condições de pré-pastejo e altura pós-pastejo.

Os dados obtidos pelo método da armação do ponto inclinado foram processados somando-se o total de toques registrados, em cada condição de pasto (pré ou pós-pastejo) a intervalos de 2 cm de altura do dossel, o que correspondeu a

100%. O percentual total de toques em cada intervalo de 2 cm foi desmembrado nos percentuais dos diferentes componentes morfológicos e botânicos, e, com base nesses dados, foram gerados gráficos para descrever a estrutura do dossel forrageiro.

3.2.4.2 Intercepção luminosa, índice de área e ângulo da folhagem

As avaliações de intercepção luminosa, índice de área e ângulo da folhagem do dossel foram realizadas utilizando-se um aparelho analisador de dossel marca LI-COR® modelo LAI 2000¹ (Figura 10). Como o sensor do equipamento registra todo o material presente no dossel e que bloqueia a passagem da luz (folhas, colmos e material morto), os valores obtidos dizem respeito à folhagem como um todo e não apenas às folhas. As avaliações foram realizadas conforme descrito no item 3.2.3 nas condições de pré e pós-pastejo e a cada incremento de 5 cm na altura dos pastos a partir do resíduo, ao amanhecer e ao entardecer. O ângulo é um valor que indica a orientação da folhagem. Quando toda folhagem estiver na posição horizontal o valor do ângulo é 0° e quando toda folhagem estiver em posição vertical esse valor é 90°.

Figura 10 – Determinação da intercepção de luz, índice de área e ângulo da folhagem

¹ Citação no rodapé da página 45.

3.2.4.3 Massa e densidade volumétrica da forragem

A massa de forragem (kg.ha^{-1} de MS) foi calculada como sendo o resultado do produto entre a densidade populacional de perfilhos e a massa média por perfilho. Para a mensuração da densidade populacional de perfilhos, foram realizadas contagens do número de perfilhos no interior de quatro armações metálicas de $0,25 \text{ m}^2$ cada ($100 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$) por unidade experimental (Figura 11). Essas armações foram posicionadas aleatoriamente em pontos representativos da condição média dos pastos no momento da amostragem (altura e massa de forragem – avaliação visual). Dessa maneira, determinou-se a densidade populacional de perfilhos, sendo essas avaliações realizadas sempre na condição de pré e pós-pastejo, e a cada incremento de 5 cm na altura do dossel.

A massa média por perfilho foi obtida a partir da amostragem de 60 perfilhos por unidade experimental, colhidos aleatoriamente com o auxílio de tesouras em locais onde o dossel possuía altura semelhante à da média do piquete no momento da amostragem. Após coleta, os perfilhos foram acondicionados em sacos plásticos e imediatamente levados ao laboratório para serem processados. Esses perfilhos foram pesados individualmente em balança de precisão e então fracionados morfolologicamente em colmos, material morto e lâminas foliares verdes, que também foram pesados separadamente. Posteriormente, cada componente foi acondicionado em saquinhos de papel e levado para estufa a 65° por 48 horas. Após a secagem foram pesados em balança digital.

O acúmulo de forragem foi calculado por meio da diferença entre a massa de forragem no pré-pastejo atual e no pós-pastejo anterior para cada ciclo de pastejo. Esse valor foi dividido pelo número de dias do período de descanso correspondente, gerando-se a taxa de acúmulo de forragem ($\text{kg.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ de MS). Médias mensais foram então calculadas de forma ponderada a partir das taxas de cada ciclo de pastejo e do número de dias de cada mês correspondente a cada ciclo de pastejo. Adicionalmente, dividiu-se o valor de massa de forragem pela altura do dossel correspondente, determinando-se a densidade volumétrica da forragem, expressa como $\text{kg.ha}^{-1}.\text{cm}^{-1}$ de MS.

Figura 11 - Contagem para determinação da densidade populacional de perfilhos com o uso da armação metálica retangular

3.3 Processamento dos dados e análise estatística

Para as variáveis altura, interceptação luminosa, ângulo e índice da área da folhagem, tanto em pré como em pós-pastejo, os dados foram organizados de acordo com as épocas do ano, definidas da seguinte maneira:

- Época 1 – Primavera 1, Outubro a Dezembro de 2004
- Época 2 – Verão, de Janeiro a Março de 2005
- Época 3 – Outono/Inverno, de Abril a Setembro de 2005
- Época 4 – Início de Primavera 2, de Outubro a Novembro de 2005
- Época 5 – Final de Primavera 2, Dezembro de 2005

Para as análises descritivas das avaliações de estrutura do dossel foi considerada uma sexta época, proveniente da divisão da primavera 2004 em (1) início de Primavera 1 (outubro e novembro de 2004) e (2) final de primavera 1 (dezembro de 2004). Os dados de massa, taxa de acúmulo e produção total de forragem, assim como densidade volumétrica da forragem, foram agrupados em três épocas, final de primavera 1 (dezembro 2004), verão (janeiro a março de 2005) e outono-Início de primavera 2 (abril a novembro de 2005). Esses agrupamentos foram necessários em

função da natureza dos tratamentos experimentais estudados (pastejos iniciados com 95 ou 100% de IL), apresentando variação no número de ciclos, períodos de descanso assim como nas datas dos pastejos para cada unidade experimental.

Os dados, assim organizados, foram submetidos à análise de variância utilizando-se o procedimento PROC MIXED (modelos mistos) do pacote estatístico SAS® (Statistical Analysis System), versão 8.2 para Windows®. Na escolha da matriz de variância e covariância, utilizou-se o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993). Dessa maneira foi possível detectar os efeitos das principais causas de variação, interceptação luminosa no pré-pastejo, altura pós-pastejo e época do ano, além das interações entre elas. As médias entre tratamentos foram estimadas utilizando-se o “LSMEANS”, e a comparação entre elas foi realizada por meio da probabilidade da diferença (“PDIFF”) usando o teste “t” de “Student” e um nível de significância de 10%. Para a análise dos dados de acúmulo total de matéria seca e número total de pastejos durante o experimento utilizou-se o procedimento GLM do mesmo pacote estatístico. Para descrição da relação funcional entre IAF, altura e interceptação luminosa foi utilizado o Software estatístico Sigma Plot 2004, versão 9.0 para Windows®.

4 RESULTADOS

4.1 Características do dossel forrageiro

Os pastos de capim-marandu foram caracterizados por meio de variáveis estruturais em distintas épocas do ano. Foram determinadas altura, massa de forragem, distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao longo do perfil vertical do dossel, densidade volumétrica da forragem, índice de área e ângulo da folhagem e interceptação de luz. Em virtude da natureza dos tratamentos avaliados e conseqüentes respostas morfofisiológicas do capim-marandu, variáveis como número de pastejos realizados durante o período experimental e intervalo médio entre pastejos foram mensurados como variável-resposta e não como variável-controle.

4.1.1 Número e intervalo entre pastejos

As estratégias de manejo adotadas afetaram o número total de pastejos realizados durante o período experimental. Houve efeito da altura pós-pastejo ($P=0,0006$), interceptação luminosa ($P=0,0002$) e da interação altura pós-pastejo x interceptação luminosa ($P=0,0023$). Pastos submetidos a pastejos com 95% de IL apresentaram maior número de pastejos ($6,5 \pm 0,45$ e.p.m.²) que aqueles com 100% de IL ($4,9 \pm 0,46$ e.p.m.). Com relação à intensidade de pastejo, a altura pós-pastejo de 15 cm resultou em maior número de pastejos ($6,4 \pm 0,46$ e.p.m.) que a altura pós-pastejo de 10 cm ($5,0 \pm 0,48$ e.p.m.), sendo que o tratamento 95/15 resultou no maior número de pastejos em relação aos demais tratamentos avaliados ($7,7 \pm 0,68$ e.p.m.) (Tabela 4).

² Erro padrão da média.

Tabela 4 - Número total de pastejos realizados de outubro de 2004 a dezembro de 2005 em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte

Altura pós-pastejo (cm)	Interceptação luminosa (%)		Média Pós-pastejo
	95	100	
10	5,2 B' (0,64)	4,7 B' (0,64)	5,0 b (0,48)
15	7,7 A' (0,68)	5,0 B' (0,64)	6,4 a (0,46)
Média IL	6,5 A (0,45)	4,9 B (0,46)	

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Médias de tratamentos (IL/altura pós-pastejo) seguidas de mesma letra maiúscula acrescida de (') não diferem entre si ($P>0,10$).

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,10$).

Os menores valores de intervalo entre pastejos foram registrados durante as épocas de final da primavera 1 (dez/04) e início (out-nov/05) e final da primavera 2 (dez/05) (Tabela 5). A interceptação luminosa foi o principal determinante do intervalo entre pastejos. Nota-se que, em geral, os tratamentos com pastejos realizados com 95% de IL resultaram nos menores intervalos entre pastejos em relação aos tratamentos de 100% de IL. O tratamento 95/15 apresentou o menor intervalo entre pastejos (24 dias no final da primavera 1) em relação aos demais tratamentos em todas as épocas do ano estudadas, exceção feita no período de outono/inverno (abril-set/05). Apesar de não terem sido realizados pastejos no período de outono/inverno, os valores apresentados na Tabela 5 representam o número de dias entre o último pastejo realizado nos meses de março e abril e o pastejo seguinte realizado nos meses de outubro e, ou, novembro, dependendo do tratamento considerado.

Tabela 5 - Intervalo médio entre pastejos (dias) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005

Altura pós-pastejo (cm)	Interceptação luminosa (%)		Média Pós-pastejo
	95	100	
Final Primavera 1			
10	48	42	45
15	24	56	40
Média IL	36	49	
Verão			
10	60	59	60
15	30	61	46
Média IL	45	60	
Outono/Inverno			
10	234	210	222
15	215	214	215
Média IL	225	212	
Início Primavera 2			
10	45	41	43
15	34	43	39
Média IL	40	42	
Final Primavera 2			
10	30	50	40
15	27	44	36
Média IL	29	47	

Final de Primavera 1 = dezembro/04; Verão = janeiro a março/05; Outono/Inverno = abril a setembro/05; Início de Primavera 2 = outubro e novembro/05; e Final de Primavera 2 = dezembro/05.

4.1.2 Interceptação luminosa

Diferentemente da condição de pré-pastejo, a interceptação luminosa no pós-pastejo foi uma variável-resposta e não uma variável-controle. Assim, os valores de interceptação luminosa na condição de pós-pastejo (10 e 15 cm de altura) foram afetados pela altura pós-pastejo ($P < 0,0001$), interceptação luminosa ($P = 0,0174$) e pelas interações altura pós-pastejo x interceptação luminosa ($P = 0,0745$), interceptação luminosa x época do ano ($P = 0,0047$), altura pós-pastejo x época do ano ($P = 0,0897$) e altura pós-pastejo x interceptação luminosa x época do ano ($P = 0,0199$). Pastos manejados com 95% de IL apresentaram os maiores valores e as menores variações

de interceptação luminosa entre as estações do ano estudadas (Tabela 7), sendo que o tratamento 95/15 resultou no maior valor da média geral do experimento ($82,9\% \pm 1,90$ e.p.m.), assim como nos maiores valores registrados durante o verão e outono/inverno (Tabela 6 e 7). Com exceção da primavera 1, os valores de interceptação luminosa foram maiores em todas as épocas do ano para os tratamentos de altura pós-pastejo 15 cm em relação àqueles com altura pós-pastejo 10 cm.

Tabela 6 - Interceptação luminosa pós-pastejo (%) em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo

Altura pós-pastejo (cm)	Interceptação luminosa (%)		Média Pós-pastejo
	95	100	
10	59,9 C' (1,95)	58,2 C' (1,90)	59,0b (1,36)
15	82,9 A' (1,90)	73,5 B' (1,90)	78,2a (1,34)
Média IL	71,4 A (1,36)	65,8 B (1,34)	

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Médias de tratamentos (IL/altura pós-pastejo) seguidas de mesma letra maiúscula acrescida de (') não diferem entre si ($P>0,10$).

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,10$).

Tabela 7 - Interceptação luminosa pós-pastejo (%) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005

Altura Pós-pastejo (cm)	Interceptação luminosa (%)		Média Pós-pastejo
	95	100	
Primavera 1			
10	82,7 A' (8,00)	55,5 B' (7,65)	69,1 a (5,53)
15	79,7 A' (7,65)	66,1 AB' (7,65)	72,9 a (5,41)
Média IL	81,2 A (5,53)	60,8 B (5,41)	
Verão			
10	51,8 D' (2,45)	62,5 C' (2,45)	57,2 b (1,73)
15	87,9 A' (2,45)	77,7 B' (2,45)	82,8 a (1,73)
Média IL	69,9 A (1,73)	70,1 A (1,73)	
Outono/Inverno			
10	52,0 C' (3,24)	56,0 C' (3,24)	54,0 b (2,29)
15	89,0 A' (3,24)	65,6 B' (3,24)	77,3 a (2,29)
Média IL	70,5 A (2,29)	60,8 B (2,29)	
Início Primavera 2			
10	55,7 B' (2,19)	59,8 B' (2,19)	57,8 b (1,55)
15	78,6 A' (2,19)	79,6 A' (2,24)	79,1 a (1,57)
Média IL	67,2 A (1,55)	69,7 A (1,57)	
Final Primavera 2			
10	57,1 B' (1,63)	57,0 B' (1,64)	57,0 b (1,16)
15	79,1 A' (1,63)	78,4 A' (1,64)	78,7 a (1,16)
Média IL	68,8 A (1,15)	67,7 A (1,16)	

Primavera 1 = outubro a dezembro/04; Verão = janeiro a março/05; Outono/Inverno = abril a setembro/05; Início de Primavera 2 = outubro e novembro/05; e Final de Primavera 2 = dezembro/05.

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Médias de tratamentos (IL/altura pós-pastejo) dentro de época do ano seguidas de mesma letra maiúscula acrescida de (') não diferem entre si ($P>0,10$).

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,10$).

Como a interceptação luminosa pré-pastejo foi uma variável controlada, os valores de IL são mostrados utilizando-se apenas estatística descritiva (média e erro padrão da média) (Tabela 8). Em geral os tratamentos de 95 e 100% IL apresentaram médias consistentes durante as estações do ano estudadas. No entanto, somente os tratamentos de 95% de IL resultaram em valores de IL próximos à meta pré-pastejo estabelecida de 95% durante todo o período experimental. Para os tratamentos de 100% de IL os valores médios efetivos de IL registrados giraram em torno de 98%.

Tabela 8 - Interceptação luminosa pré-pastejo (%) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005

Época do ano	Interceptação luminosa (%)		Média Época
	95	100	
Primavera 1	94,7 (0,22)	98,2 (0,18)	96,4 (0,14)
Verão	94,9 (0,12)	98,1 (0,13)	96,5 (0,09)
Outono/Inverno	95,0 (0,09)	97,4 (0,08)	96,2 (0,06)
Início Primavera 2	95,0 (0,06)	97,8 (0,06)	96,4 (0,04)
Final Primavera 2	95,1 (0,08)	97,9 (0,11)	96,5 (0,07)
Média IL	94,9 (0,06)	97,9 (0,06)	

Primavera 1 = outubro a dezembro/04; Verão = janeiro a março/05; Outono/Inverno = abril a setembro/05; Início de Primavera 2 = outubro e novembro/05; e Final de Primavera 2 = dezembro/05. Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

4.1.3 Altura do dossel

A altura pós-pastejo foi utilizada como determinante da condição de retirada dos animais dos pastos. Os valores efetivos de altura pós-pastejo mensurados durante o período experimental são apresentados nas Tabelas 9 e 10. Por se tratar de variável também controlada, os valores são apresentados apenas por meio de estatística descritiva (média e erro padrão da média). Não houve dificuldade em manter as metas de altura pós-pastejo originalmente propostas para os tratamentos de 15 cm (95/15 e

100/15) durante todo o período experimental (Tabela 10). Por outro lado, para a meta de 10 cm, quando a meta de interceptação luminosa pré-pastejo era 95%, as alturas pós-pastejo ficaram próximas às metas estipuladas (11,3 a 12,6 cm). Entretanto, quando a meta de interceptação luminosa pré-pastejo foi de 100% (tratamento 100/10), os valores efetivos de altura pós-pastejo mensurados ficaram acima da meta planejada, com incrementos de até 56%, apresentando padrão semelhante aos tratamentos de altura pós-pastejo 15 cm (95/15 e 100/15) ao final do experimento (Tabelas 9 e 10). De maneira geral, os tratamentos de 95% de IL apresentaram valores de altura pós-pastejo próximos das metas almejadas (Tabela 10) e relativamente constantes ao longo do experimento. Já os tratamentos de 100% de IL apresentam valores de altura pós-pastejo maiores que os correspondentes de 95% de IL (Tabela 9).

Tabela 9 - Altura pós-pastejo (cm) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo

Altura pós-pastejo (cm)	Interceptação luminosa (%)		Média Pós-pastejo
	95	100	
10	11,8 (0,38)	14,9 (0,38)	13,1 (0,27)
15	15,6 (0,38)	16,0 (0,38)	15,8 (0,27)
Média IL	13,7 (0,27)	15,2 (0,27)	

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Tabela 10 - Altura pós-pastejo (cm) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005

Altura pós-pastejo (cm)	Interceptação luminosa (%)		Média Pós-pastejo
	95	100	
Primavera 1			
10	12,4 (0,75)	14,3 (0,75)	13,3 (0,53)
15	16,4 (0,75)	16,4 (0,75)	16,4 (0,53)
Verão			
10	11,6 (0,72)	14,2 (0,72)	12,9 (0,51)
15	15,1 (0,72)	16,4 (0,72)	15,8 (0,51)
Outono/Inverno			
10	11,3 (0,41)	12,9 (0,41)	12,1 (0,29)
15	15,4 (0,41)	15,7 (0,41)	15,6 (0,29)
Início Primavera 2			
10	12,6 (0,28)	14,7 (0,28)	13,7 (0,19)
15	15,5 (0,28)	16,1 (0,29)	15,8 (0,20)
Final Primavera 2			
10	11,3 (0,49)	15,6 (0,51)	13,5 (0,35)
15	15,6 (0,49)	15,2 (0,50)	14,4 (0,35)

Primavera 1 = outubro a dezembro/04; Verão = janeiro a março/05; Outono/Inverno = abril a setembro/05; Início de Primavera 2 = outubro e novembro/05; e Final de Primavera 2 = dezembro/05.

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

A altura do dossel na condição pré-pastejo foi maior para os tratamentos de 100% de IL (Tabelas 11 e 12). Houve efeito de interceptação luminosa ($P < 0,0001$), época do ano ($P < 0,0001$) e das interações altura pós-pastejo x interceptação luminosa ($P = 0,0477$), interceptação luminosa x época do ano ($P = 0,0002$) e altura pós-pastejo x interceptação luminosa x época do ano ($P = 0,0226$). Em geral, os valores de altura pré-pastejo se mostraram bastantes consistentes em relação às metas de interceptação luminosa dentro e entre épocas do ano, sendo os maiores valores registrados apenas durante a primavera 1 para todos os tratamentos avaliados, época a partir da qual parecem ter se estabilizado (Tabela 12). O tratamento com a altura pós-pastejo 15 cm

associada à meta de 95% de IL apresentou os menores valores de altura pré-pastejo durante todo o período experimental. A média geral registrada neste experimento em relação à altura do dossel do capim-marandu para os tratamentos de 95 e 100% de IL foi 25,0 e 33,9 cm, respectivamente (Tabela 11).

Tabela 11 - Altura pré-pastejo (cm) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo

Altura pós-pastejo (cm)	Interceptação luminosa (%)		Média Pós-pastejo
	95	100	
10	26,0 B` (0,52)	33,8 A` (0,54)	29,9 a (0,37)
15	24,0 C` (0,50)	34,1 A` (0,52)	29,0 a (0,36)
Média IL	25,0 B (0,36)	34,0 A (0,37)	

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Médias de tratamentos (IL/altura pós-pastejo) seguidas de mesma letra maiúscula acrescida de (') não diferem entre si ($P>0,10$).

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,10$).

Tabela 12 - Altura pré-pastejo (cm) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005

Altura pós-pastejo (cm)	Interceptação luminosa (%)	
	95	100
Primavera 1		
10	30,4 B' (1,89)	39,8 A' (1,89)
15	28,2 B' (1,89)	42,6 A' (1,89)
Média IL	29,3 Ba (1,34)	41,2 Aa (1,34)
Verão		
10	26,0 C' (1,44)	37,8 A' (1,67)
15	21,5 D' (1,44)	33,9 B' (1,44)
Média IL	23,8 Bbc (1,02)	35,9 Ab (1,10)
Outono/Inverno		
10	23,8 C' (0,92)	29,4 B' (0,74)
15	20,5 D' (0,64)	32,3 A' (0,74)
Média IL	22,2 Bc (0,56)	30,9 Ac (0,52)
Início Primavera 2		
10	24,8 B' (0,67)	30,4 A' (0,67)
15	24,8 B' (0,67)	30,5 A' (0,67)
Média IL	24,8 Bb (0,47)	30,4 Ac (0,47)
Final Primavera 2		
10	25,0 B' (0,52)	31,5 A' (0,61)
15	24,9 B' (0,52)	31,4 A' (0,76)
Média IL	25,0 Bb (0,37)	31,5 Ac (0,49)

Primavera 1 = outubro a dezembro/04; Verão = janeiro a março/05; Outono/Inverno = abril a setembro/05; Início de Primavera 2 = outubro e novembro/05; e Final de Primavera 2 = dezembro/05.

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Médias de IL dentro de época do ano seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si ($P > 0,10$).

Médias de IL entre épocas do ano seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si ($P > 0,10$).

Médias de tratamentos (IL/altura pós-pastejo) dentro de época do ano seguidas de mesma letra maiúscula acrescida de (') não diferem entre si ($P > 0,10$).

4.1.4 Índice de área da folhagem (IAF)

Os valores de IAF no pós-pastejo registrados durante todo o experimento são apresentados nas Tabelas 13 e 14. Houve efeito de altura pós-pastejo ($P < 0,0001$), interceptação luminosa ($P = 0,0024$) e época do ano ($P = 0,0090$), além das interações altura pós-pastejo x interceptação luminosa ($P = 0,0005$), interceptação luminosa x época do ano ($P < 0,0001$), altura pós-pastejo x época do ano ($P = 0,0031$) e altura pós-pastejo x interceptação luminosa x época do ano ($P < 0,0001$). Durante o verão foram registrados os maiores valores médios de IAF pós-pastejo do experimento (Tabelas 13 e 14). Pastos rebaixados a uma altura pós-pastejo de 15 cm apresentaram os maiores valores de IAF consistentemente durante todas as épocas do ano (Tabela 13). A altura pós-pastejo de 15 cm, associada à meta pré-pastejo de 95% de IL, resultou no maior valor médio de IAF pós-pastejo de todo o experimento ($2,20 \pm 0,049$ e.p.m.). No entanto, para a altura pós-pastejo de 10 cm não foram detectadas diferenças para as metas pré-pastejo de 95 e 100% de IL (Tabela 14). Em relação à interceptação luminosa, na média geral, pastos manejados com 95% de IL apresentaram valores superiores de IAF pós-pastejo que pastos manejados com 100% de IL (Tabela 14).

Tabela 13 - Índice de área da folhagem pós-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005

Altura pós-pastejo (cm)	Interceptação luminosa (%)		Média Pós-pastejo	Média Época
	95	100		
Primavera 1				
10	1,30 B` (0,260)	1,04 B` (0,184)	1,17 b (0,159)	1,44 bc (0,103)
15	2,0 A` (0,184)	1,42 B` (0,184)	1,71 a (0,130)	
Média IL	1,65 A (0,159)	1,23 B (0,130)		
Verão				
10	0,90 D` (0,111)	1,24 C` (0,111)	1,07 b (0,078)	1,66 a (0,055)
15	2,57 A` (0,111)	1,94 B` (0,111)	2,25 a (0,078)	
Média IL	1,73 A (0,078)	1,59 A (0,078)		
Outono/Inverno				
10	0,92 C` (0,093)	1,03 C` (0,093)	0,98 b (0,065)	1,46 bc (0,046)
15	2,54 A` (0,093)	1,35 B` (0,093)	1,95 a (0,065)	
Média IL	1,73 A (0,065)	1,19 B (0,065)		
Início Primavera 2				
10	1,05 B` (0,071)	1,13 B` (0,071)	1,09 b (0,050)	1,55 ab (0,037)
15	1,95 A` (0,071)	2,07 A` (0,082)	2,01 a (0,054)	
Média IL	1,5 A (0,050)	1,6 A (0,054)		
Final Primavera 2				
10	1,06 C` (0,036)	1,08 C` (0,054)	1,07 b (0,032)	1,45 c (0,021)
15	1,94 A` (0,036)	1,71 B` (0,043)	1,83 a (0,028)	
Média IL	1,50 A (0,025)	1,40 B (0,035)		

Primavera 1 = outubro a dezembro/04; Verão = janeiro a março/05; Outono/Inverno = abril a setembro/05; Início de Primavera 2 = outubro e novembro/05; e Final de Primavera 2 = dezembro/05.

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,10$).

Médias de tratamentos (IL/altura pós-pastejo) dentro de época do ano seguidas de mesma letra maiúscula acrescida de (') não diferem entre si ($P>0,10$).

Tabela 14 - Índice de área da folhagem pós-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo

Altura pós-pastejo (cm)	Interceptação luminosa (%)		Média Pós-pastejo
	95	100	
10	1,04 C` (0,061)	1,10 C` (0,049)	1,08 b (0,039)
15	2,20 A` (0,049)	1,70 B` (0,050)	1,95 a (0,035)
Média IL	1,62 A (0,039)	1,40 B (0,035)	

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Médias de tratamentos (IL/altura pós-pastejo) seguidas de mesma letra maiúscula acrescida de (') não diferem entre si ($P>0,10$).

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,10$).

Na condição pré-pastejo o IAF foi afetado pela altura pós-pastejo ($P=0,0158$), interceptação luminosa ($P<0,0001$) e época do ano ($P<0,0001$), além das interações interceptação luminosa x época do ano ($P<0,0001$) e altura pós-pastejo x época do ano ($P=0,0054$). Os maiores valores de IAF pré-pastejo foram mensurados na primavera 1 e no verão, e os menores no outono/inverno, com os valores voltando a aumentar durante o início da primavera 2 (Tabela 15). Pastos manejados com 100% de IL apresentaram consistentemente os maiores valores de IAF pré-pastejo entre e dentro de época do ano. Porém, pastos manejados com 95% de IL apresentaram valores consistentes e semelhantes entre as épocas do ano avaliadas (Tabela 15). Os tratamentos de maior intensidade de pastejo (altura pós-pastejo de 10 cm) apresentaram valores de IAF pré-pastejo superiores àqueles de menor intensidade de pastejo (altura pós-pastejo de 15 cm) somente no verão e outono/inverno. Dessa maneira, como média para o experimento, os maiores valores de IAF pré-pastejo foram registrados para os tratamentos de altura pós-pastejo 10 cm ($4,09 \pm 0,028$ e.p.m.) relativamente àqueles de altura pós-pastejo de 15 cm ($3,98 \pm 0,027$ e.p.m.) (Tabela 15).

Tabela 15 - Índice de área da folhagem pré-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005

Época do ano	Interceptação luminosa (%) Altura pós-pastejo (cm)				Média Época
	95	100	10	15	
Primavera 1	3,50 Ba (0,081)	4,86 Aa (0,066)	4,11 Ab (0,081)	4,24 Aa (0,066)	4,18 a (0,052)
Verão	3,64 Ba (0,066)	4,85 Aa (0,071)	4,37 Aa (0,071)	4,11 Bab (0,066)	4,24 a (0,048)
Outono/Inverno	3,55 Ba (0,086)	4,11 Ac (0,083)	4,03 Ab (0,083)	3,62 Bd (0,086)	3,83 c (0,060)
Início Primavera 2	3,58 Ba (0,066)	4,37 Ab (0,066)	3,94 Ab (0,066)	4,01 Abc (0,066)	3,98 b (0,046)
Final Primavera 2	3,60 Ba (0,066)	4,32 Ab (0,086)	4,01 Ab (0,071)	3,91 Ac (0,081)	3,96 b (0,054)
Média IL/Pós-pastejo	3,57 B (0,027)	4,50 A (0,028)	4,09 A (0,028)	3,98 B (0,027)	

Primavera 1 = outubro a dezembro/04; Verão = janeiro a março/05; Outono/Inverno = abril a setembro/05; Início de Primavera 2 = outubro e novembro/05; e Final de Primavera 2 = dezembro/05.

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,10$).

4.1.5 Ângulo da folhagem

A orientação da folhagem dos pastos de capim-marandu na condição de pós-pastejo foi influenciada pela interceptação luminosa ($P=0,0015$), altura pós-pastejo ($P<0,0001$) e época do ano ($P=0,0003$), além das interações interceptação luminosa x época do ano ($P=0,0228$), altura pós-pastejo x época do ano ($P=0,0937$) e altura pós-pastejo x interceptação luminosa x época do ano ($P=0,0620$). O ângulo da folhagem foi menor (distribuição mais horizontal) durante as épocas primavera 1 ($50,5^\circ$) e verão ($50,5^\circ$), com aumento progressivo a partir do outono/inverno ($53,1^\circ$) até o final da primavera 2 ($55,9^\circ$) (Tabela 16). Pastos manejados com 100% de IL e aqueles com 10 cm de altura pós-pastejo foram os que apresentaram maior média geral para ângulo da folhagem, ou seja, apresentaram-se mais eretos em relação àqueles manejados com 95% de IL e com altura pós-pastejo de 15 cm (Tabela 16 e 17). De forma geral, os pastos submetidos ao tratamento 95/15 apresentaram os menores ângulos da folhagem (44° a $53,2^\circ$) ao longo do período experimental. Pastos submetidos ao tratamento

100/10 apresentaram aumento progressivo do ângulo da folhagem do início até o final do experimento (53,2° a 61,7°) (Tabela 17).

Tabela 16 - Ângulo da folhagem pós-pastejo (°) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas por alturas pós-pastejo de 10 e 15 cm de outubro de 2004 a dezembro de 2005

Época do ano	Altura pós-pastejo (cm)		Média Época
	10	15	
Primavera 1	51,3 Ad (2,18)	49,9 Aab (2,03)	50,6 c (1,49)
Verão	53,1 Acd (1,50)	47,8 Bb (1,50)	50,5 c (1,06)
Outono/Inverno	56,6 Abc (1,37)	49,7 Bab (1,37)	53,2 b (0,97)
Início primavera 2	59,6 Aa (0,72)	51,7 Ba (0,75)	55,6 a (0,52)
Final primavera 2	58,9 Aab (0,97)	52,8 Ba (0,91)	55,9 a (0,66)
Média Pós-pastejo	55,9 A (0,59)	50,4 B (0,56)	

Primavera 1 = outubro a dezembro/04; Verão = janeiro a março/05; Outono/Inverno = abril a setembro/05; Início de Primavera 2 = outubro e novembro/05; e Final de Primavera 2 = dezembro/05.

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,10$).

Tabela 17 - Ângulo da folhagem pós-pastejo (°) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005

Altura pós-pastejo (cm)	Interceptação luminosa (%)		Média Pós-pastejo
	95	100	
Primavera 1			
10	48,3 AB` (3,27)	53,2 A` (2,87)	51,3 a (2,18)
15	45,7 B` (2,87)	54,0 A` (2,87)	49,9 a (2,03)
Média IL	47,5 B (2,18)	53,6 A (2,03)	
Verão			
10	51,5 A` (2,13)	54,7 A` (2,13)	53,1 a (1,50)
15	44,0 B` (2,13)	51,7 A` (2,13)	47,9 b (1,50)
Média IL	47,7 B (1,50)	53,2 A (1,50)	
Outono/Inverno			
10	56,2 A` (1,94)	57,0 A` (1,94)	56,6 a (1,37)
15	44,0 B` (1,94)	55,5 A` (1,94)	49,7 b (1,37)
Média IL	50,1 B (1,37)	56,2 A (1,37)	
Início Primavera 2			
10	60,7 A` (1,01)	58,5 A` (1,01)	59,6 a (0,78)
15	52,2 B` (1,01)	51,1 A` (1,11)	51,7 b (0,75)
Média IL	56,5 A (0,72)	54,8 A (0,75)	
Final Primavera 2			
10	56,2 B` (1,23)	61,7 A` (1,51)	59,0 a (0,97)
15	53,2 BC` (1,23)	52,4 C` (1,33)	52,8 b (0,91)
Média IL	54,7 A (0,87)	57,1 A (1,01)	
Média Geral Experimento	51,3 B (0,58)	55,0 A (0,57)	

Primavera 1 = outubro a dezembro/04; Verão = janeiro a março/05; Outono/Inverno = abril a setembro/05; Início de Primavera 2 = outubro e novembro/05; e Final de Primavera 2 = dezembro/05.

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Médias de tratamentos (IL/altura pós-pastejo) dentro de época do ano seguidas de mesma letra maiúscula acrescida de (') não diferem entre si ($P>0,10$).

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,10$).

Na condição pré-pastejo, o ângulo da folhagem foi afetado pela altura pós-pastejo ($P=0,0019$), interceptação luminosa ($P=0,0615$) e época do ano ($P=0,0082$), e pelas interações altura pós-pastejo x interceptação luminosa ($P=0,0911$), interceptação luminosa x época do ano ($P=0,0120$), altura pós-pastejo x época do ano ($P=0,0393$) e altura pós-pastejo x interceptação luminosa x época do ano ($P=0,0359$). Durante o verão, o ângulo da folhagem foi maior (dossel mais ereto) que nas demais estações do ano ($45,2^\circ \pm 0,48$ e.p.m.), as quais não diferiram entre si (Tabela 19). Por ocasião da primavera 1 e durante o verão, os pastos manejados com 95% de IL apresentaram os maiores valores registrados de ângulo da folhagem, $45,4^\circ \pm 0,81$ e.p.m. e $45,6^\circ \pm 0,65$ e.p.m., respectivamente, sendo que o maior valor registrado durante todo o experimento foi para o tratamento 95/10 durante o verão ($49,2^\circ \pm 1,33$ e.p.m.) (Tabela 19). Pastos submetidos à maior intensidade de pastejo (altura pós-pastejo de 10 cm) apresentaram valores de ângulo da folhagem maiores que aqueles submetidos à menor intensidade de pastejo (altura pós-pastejo de 15 cm), $44,4^\circ \pm 0,33$ e.p.m. e $42,4^\circ \pm 0,34$ e.p.m., respectivamente. Padrão semelhante de resposta foi constatado para os tratamentos de 95% de IL em relação aos 100% de IL (Tabela 18), porém com diferença de apenas um grau.

Tabela 18 - Ângulo da folhagem pré-pastejo ($^\circ$) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005

Altura pós-pastejo (cm)	Interceptação luminosa (%)		Média Pós-pastejo
	95	100	
10	45,4 A` (0,49)	43,5 B` (0,46)	44,5 a (0,34)
15	42,5 B` (0,43)	42,4 B` (0,49)	42,4 b (0,33)
Média IL	44,0 A (0,33)	43,0 B (0,34)	

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,10$).

Médias de tratamentos (IL/altura pós-pastejo) seguidas de mesma letra maiúscula acrescida de (') não diferem entre si ($P>0,10$).

Tabela 19 - Ângulo da folhagem pré-pastejo (°) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005

Altura pós-pastejo (cm)	Interceptação luminosa (%)		Média Pós-pastejo	Média Época
	95	100		
Primavera 1				
10	46,7 A` (1,33)	42,7 B` (0,93)	44,7 a (0,81)	43,3 b (0,52)
15	44,2 AB` (0,93)	39,2 C` (0,93)	41,7 b (0,66)	
Média IL	45,4 A (0,81)	41,0 B (0,65)		
Verão				
10	49,2 A` (0,93)	45,2 B` (1,08)	47,2 a (0,71)	45,2 a (0,48)
15	42,0 C` (0,93)	44,5 B` (0,93)	43,2 b (0,66)	
Média IL	45,6 A (0,65)	44,8 A (0,71)		
Outono/Inverno				
10	43,6 A` (1,33)	42,3 A` (1,08)	43,0 a (0,85)	42,8 b (0,61)
15	41,8 A` (1,08)	43,5 A` (1,33)	42,7 a (0,86)	
Média IL	42,7 A (0,86)	42,93 A (0,85)		
Início Primavera 2				
10	44,0 A` (0,93)	42,0 A` (0,93)	43,0 a (0,66)	42,9 b (0,46)
15	42,7 A` (0,93)	43,0 A` (0,93)	42,9 a (0,66)	
Média IL	43,4 A (0,65)	42,5 A (0,65)		
Final Primavera 2				
10	43,5 AB` (0,93)	45,4 A` (1,08)	44,5 a (0,71)	43,1 b (0,54)
15	41,7 B` (0,93)	41,7 B` (1,33)	41,7 b (0,81)	
Média IL	42,6 A (0,65)	43,5 A (0,86)		

Primavera 1 = outubro a dezembro/04; Verão = janeiro a março/05; Outono/Inverno = abril a setembro/05; Início de Primavera 2 = outubro e novembro/05; e Final de Primavera 2 = dezembro/05.

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Médias de tratamentos (IL/altura pós-pastejo) dentro de época do ano seguidas de mesma letra maiúscula acrescida de (`) não diferem entre si ($P>0,10$).

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,10$).

A partir dos valores de IAF, interceptação luminosa e altura foram ajustadas curvas entre altura do dossel e interceptação luminosa (Figura 12) e IAF e altura do dossel (Figura 13) com o objetivo de se estabelecer a relação funcional entre as variáveis estudadas. A relação entre a altura do dossel e sua interceptação luminosa seguiu uma curva assintótica caracterizada por um elevado coeficiente de determinação ($R^2 = 0,9906$), assim como ocorreu também para a relação entre IAF e altura do dossel ($R^2 = 0,9785$).

Figura 12 – Relação entre altura do dossel e interceptação luminosa de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo

Figura 13 – Relação entre altura do dossel e índice de área da folhagem de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo

4.1.6 Massa de forragem

A massa de forragem pós-pastejo foi afetada pela época do ano ($P < 0,0001$) e altura pós-pastejo ($P = 0,0061$), além da interação altura pós-pastejo x época do ano ($P = 0,0275$). Pastos manejados com a altura pós-pastejo de 15 cm apresentaram maior massa de forragem pós-pastejo que aqueles manejados a 10 cm. Com relação às épocas do ano, os maiores valores de massa de forragem pós-pastejo foram registrados no final da primavera 1 e verão, e o menor valor registrado no outono-início de primavera 2 (Tabela 20).

Tabela 20 - Massa de forragem pós-pastejo (kg.ha^{-1} de MS) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005

Época do ano	Altura pós-pastejo (cm)		Média Época
	10	15	
Final primavera 1	3360 Aa (400)	3440 Ab (382)	3400 a (277)
Verão	2820 Ba (174)	4380 Aa (174)	3600 a (123)
Outono-Início prim. 2	1890 Bb (173)	3410 Ab (173)	2650 b (122)
Média Pós-pastejo	2690 B (212)	3740 A (208)	

Final de Primavera 1 = dezembro/04; Verão = janeiro a março/05; Outono/Início de Primavera 2 = abril a novembro/05.

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,10$).

Para massa de forragem pré-pastejo houve efeito de interceptação luminosa ($P=0,0301$) e época do ano ($P<0,0001$). Os tratamentos de 100% de IL apresentaram maiores valores de massa de forragem pré-pastejo que os tratamentos de 95% de IL (Figura 14). O maior valor de massa de forragem pré-pastejo foi registrado no final da primavera 1, não tendo sido detectada diferença entre o verão e o outono-início de primavera 2 (Figura 15).

Figura 14 - Massa de forragem pré-pastejo (kg.ha⁻¹ de MS) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas por pastejos aos 95 e 100% de IL pelo dossel forrageiro durante a rebrotação

Figura 15 - Massa de forragem pré-pastejo (kg.ha⁻¹ de MS) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005 (Final de Primavera 1 = dezembro/04; Verão = janeiro a março/05; Outono/Início de Primavera 2 = abril a novembro/05)

4.1.7 Distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao longo do perfil vertical do dossel forrageiro

A estrutura do dossel é representada, nesta sessão, como sendo a distribuição vertical de seus componentes morfológicos e botânicos, caracterizados de forma percentual para os devidos tratamentos nas condições de pré e pós-pastejo durante todo o período experimental. A estrutura pré-pastejo foi modificada de acordo com as estratégias de manejo impostas e com a variação sazonal na disponibilidade de fatores de crescimento, associada às épocas do ano. Como consequência, houve variação discreta na altura dos pastos com as épocas do ano, assim como modificações na distribuição dos componentes morfológicos ao longo do perfil do dossel forrageiro (Figuras 16, 17, 18, 19, 20 e 21). Na condição pré-pastejo, independentemente do tratamento e da época do ano considerada, no mínimo cerca de 50% da porção superior da altura dos pastos foi ocupada e houve o predomínio do componente morfológico folha. Porém, no início da primavera 1 e 2 foi marcante o aumento da participação das frações colmo e material morto na porção superior do dossel, em especial para os pastos manejados com 100% de IL (Figura 16 e 20). De maneira consistente, no estrado inferior dos pastos predominaram as frações colmo e material morto, mas, no entanto, com a progressão do final da primavera 1 para o verão, houve uma redução desses componentes na base dos pastos, com um aumento correspondente na fração folhas no terço inferior do dossel forrageiro (Figuras 17 e 18).

Na condição pós-pastejo, os tratamentos de 95% de IL resultaram em maior proporção de folhas na parte superior do dossel, exceção feita à época do verão, em que os tratamentos apresentaram padrões semelhantes de distribuição dos componentes, exceto o 100/10, que apresentou maior frequência de colmos e material morto na porção superior do dossel (Figura 18). Em geral, a frequência de ocorrência de plantas daninhas foi baixa.

Figura 16 - Distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao longo do perfil vertical do dossel de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo durante o início da primavera 1 (outubro-novembro/04)

Figura 17 - Distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao longo do perfil vertical do dossel de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo durante o final da primavera 1 (dezembro/04)

Figura 18 - Distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao longo do perfil vertical do dossel de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo durante o verão (janeiro-março/05)

Figura 19 - Distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao longo do perfil vertical do dossel de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo durante outono/inverno (abril-setembro/05)

Figura 20 - Distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao longo do perfil vertical do dossel de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo durante início primavera 2 (outubro-novembro/05)

Figura 21 - Distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao longo do perfil vertical do dossel de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo durante o final de primavera 2 (dezembro/05)

4.1.8 Densidade volumétrica da forragem

A densidade volumétrica da forragem nos pastos ($\text{kg.ha}^{-1}.\text{cm}^{-1}$ de MS) na condição de pós-pastejo foi afetada pela época do ano ($P<0,0001$), altura pós-pastejo ($P=0,0421$) e pelas interações, interceptação luminosa x época do ano ($P=0,0324$) e altura pós-pastejo x época do ano ($P=0,0075$). Com exceção da época final da primavera 1, pastos manejados com 95% de IL apresentaram densidade volumétrica pós-pastejo maior que pastos manejados com 100% de IL, sendo que, de maneira geral, os maiores valores de densidade volumétrica foram registrados no verão. Pastos rebaixados à altura pós-pastejo de 15 cm apresentaram maiores valores de densidade volumétrica pós-pastejo que pastos rebaixados a 10 cm, particularmente durante as épocas de verão e outono – início de primavera 2. Com relação às épocas do ano, a densidade volumétrica da forragem pós-pastejo aumentou do final da primavera 1 até o verão, diminuindo ao longo do outono/início da primavera 2 (Tabela 21).

Tabela 21 - Densidade volumétrica da forragem ($\text{kg.ha}^{-1}.\text{cm}^{-1}$ de MS) pós-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005

Época do Ano	Interceptação luminosa (%)		Altura pós-pastejo (cm)		Média Época
	95	100	10	15	
Final Primavera 1	214 Ab (20,9)	242 Aa (19,5)	245 Aa (20,9)	211 Ab (19,5)	228 a (14,3)
Verão	272 Aa (8,3)	227 Ba (8,3)	222 Ba (8,3)	277 Aa (8,34)	249 a (5,9)
Outono - início prim. 2	195 Ab (10,8)	168 Bb (10,8)	145 Bb (10,8)	219 Ab (10,8)	182 b (7,6)
Média	227	212	204 B	236 A	
IL/Pós-pastejo	(9,5)	(9,2)	(9,5)	(9,2)	

Final de Primavera 1 = dezembro/04; Verão = janeiro a março/05; Outono/Início de Primavera 2 = abril a novembro/05.

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,10$).

Na condição pré-pastejo, a densidade volumétrica da forragem foi afetada pela interceptação luminosa ($P=0,0015$) e época do ano ($P=0,0370$), além da interação interceptação luminosa x altura pós-pastejo ($P=0,0128$). Os pastos manejados com 95% de IL apresentaram densidade volumétrica da forragem pré-pastejo maior que pastos manejados com 100% de IL, sendo que o tratamento 95/15 foi o que apresentou a maior densidade volumétrica registrada durante todo o experimento ($308 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{cm}^{-1}$ de MS $\pm 11,7$ e.p.m.) (Tabela 22). Com relação às épocas do ano, o maior valor de densidade volumétrica foi registrado durante o final da primavera 1, diminuindo durante o verão, e aumentando novamente durante o outono – início de primavera 2 (Figura 22).

Tabela 22 - Densidade volumétrica da forragem ($\text{kg.ha}^{-1}.\text{cm}^{-1}$ de MS) pré-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo

Altura pós-pastejo (cm)	Interceptação luminosa (%)		Média Pós-pastejo
	95	100	
10	255 B` (11,1)	240 BC` (11,1)	247 a (7,8)
15	308 A` (11,7)	223 C` (11,1)	265 a (8,1)
Média IL	282 A (8,1)	232 B (7,8)	

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Médias de tratamentos (IL/altura pós-pastejo) seguidas de mesma letra maiúscula acrescida de (') não diferem entre si ($P>0,10$).

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,10$).

Figura 22 - Densidade volumétrica da forragem pré-pastejo (kg.ha⁻¹.cm⁻¹ de MS) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005 (Final de Primavera 1 = dezembro/04; Verão = janeiro a março/05; Outono/Início de Primavera 2 = abril a novembro/05)

4.2 Taxa de acúmulo e produção de forragem

4.2.1 Taxa de acúmulo de forragem

As taxas de acúmulo de forragem (kg.ha⁻¹.dia⁻¹ de MS) foram influenciadas pela época do ano ($P=0,0067$) e pela interação interceptação luminosa x altura pós-pastejo ($P=0,0002$). Os tratamentos 95/15 e 100/10 apresentaram taxas de acúmulo de forragem semelhantes e superiores às registradas para os tratamentos 95/10 e 100/15, sendo que estes últimos não diferiram entre si (Tabela 23). Com relação às épocas do ano, os maiores valores de taxa de acúmulo de forragem foram registrados no final da primavera 1, diminuindo durante o verão e com os menores valores sendo registrados durante o outono/início de primavera 2 (Figura 23).

Tabela 23 - Taxa de acúmulo de forragem ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ de MS) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo

Altura pós-pastejo (cm)	Interceptação luminosa (%)		Média Pós-pastejo
	95	100	
10	53,4 B` (3,82)	74,3 A` (4,25)	63,9 a (2,85)
15	70,6 A` (3,67)	45,0 B` (3,67)	57,8 a (2,61)
Média IL	62,0 A (2,64)	59,6 A (2,83)	

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Médias de tratamentos (IL/altura pós-pastejo) seguidas de mesma letra maiúscula acrescida de (') não diferem entre si ($P > 0,10$).

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P > 0,10$).

Figura 23 - Taxa de acúmulo de forragem ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ de MS) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005 (Final de Primavera 1 = dezembro/04; Verão = janeiro a março/05; Outono/Início de Primavera 2 = abril a novembro/05)

4.2.2 Acúmulo total de forragem

Não houve efeito de interceptação de luz, altura pós-pastejo e da interação interceptação de luz x altura pós-pastejo sobre o acúmulo total de forragem (kg.ha^{-1} de MS) durante o experimento ($P > 0,10$). No entanto, a média geral para os tratamentos de 95 e 100% de IL foi de 14780 e 16940 kg.ha^{-1} de MS, respectivamente. Com relação às alturas pós-pastejo o acúmulo total de forragem foi de 16710 e 15010 kg.ha^{-1} de MS para os resíduos de 10 e 15 cm, respectivamente. Os valores de acúmulo para tratamentos individuais são apresentados na Figura 24.

Figura 24 - Acúmulo total de forragem (kg.ha^{-1} de MS) de pastos do capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de dezembro de 2004 a novembro de 2005

5 DISCUSSÃO

5.1 Características do dossel forrageiro

5.1.1 Número e intervalo entre pastejos

O número de pastejos assim como o intervalo médio entre pastejos foi mensurado como variável-resposta e não como variável-controle, e foram influenciados pelas estratégias de manejo avaliadas. Os tratamentos de 95% de IL assim como aqueles de altura pós-pastejo 15 cm apresentaram um maior número de ciclos de pastejo quando comparados àqueles de 100% de IL e 10 cm de altura pós-pastejo (Tabela 4). Esse fato pode ser explicado pela maior proporção de luz interceptada já no início de cada período de descanso, a partir da saída dos animais dos piquetes (Tabela 6). No Brasil, o manejo do pastejo realizado sob lotação intermitente tem sido tradicionalmente baseado no uso de uma escala temporal cronológica, caracterizada por períodos de descanso e, ou, rebrotação fixos entre desfolhações sucessivas. Apesar das facilidades práticas associadas com essa prática, como fácil determinação do número de ciclos de pastejo a serem realizados e programação das atividades de troca e rodízio dos pastos ao longo das semanas e meses do ano, ela desconsidera a resposta da cultura forrageira aos fatores edafo-climáticos e às condições de crescimento disponíveis no meio. Nessa condição, por vezes o período de descanso utilizado é inadequado, geralmente mais longo que o necessário, especialmente quando as condições de crescimento existentes são favoráveis e melhoradas por meio de adubações e irrigação, resultando em elevados valores de massa de forragem na entrada e na saída dos animais dos pastos caracterizada por acúmulo excessivo de colmos e material morto, baixo valor nutritivo e baixa eficiência de pastejo (DA SILVA E CORSI, 2003; DA SILVA, 2004).

Na condição pós-pastejo a interceptação luminosa pelo dossel para os tratamentos de altura pós-pastejo 10 cm foi 59% enquanto que para aqueles de 15 cm foi 78,2%, consequência de sua maior área foliar remanescente. Essa maior área foliar remanescente favoreceu uma rebrotação mais rápida, o que resultou em períodos de descanso mais curtos que, por sua vez, resultaram em maior número de ciclos de pastejo ao final do período experimental (Tabela 5 e 14). Isso foi mais evidente para o

tratamento 95/15, que resultou no maior número de pastejos (7,7) durante todo o período experimental em relação aos demais tratamentos avaliados. Padrão semelhante de resposta foi reportado por Carnevalli (2003) para o capim-mombaça, Barbosa (2004) para o capim-tanzânia e Pedreira (2006) para o capim-xaraés, todos os trabalhos usando protocolo experimental análogo ao utilizado neste experimento. Para o capim-mombaça, o número de ciclos de pastejo no ano foi influenciado apenas pela interceptação de luz pelo dossel na condição pré-pastejo, com pastos manejados a 95% de IL apresentando maior número de ciclos (7,6) que aqueles manejados a 100% de IL (5,9). Nessa condição, os menores intervalos entre pastejos durante as épocas de primavera e verão foram registrados para os pastos de 95% de IL (22 a 25 dias) comparativamente àqueles de 100% de IL (31 a 40 dias). Para o capim-tanzânia, as metas de IL em pré-pastejo também influenciaram o número e o intervalo entre pastejos. Foram registrados 6,5; 5,5 e 4,5 ciclos para os tratamentos de 90, 95 e 100% de IL, respectivamente, ao final do experimento, fato esse decorrente da variação nos intervalos entre pastejos resultante dos tratamentos de pastejo impostos, os quais corresponderam a 24, 27 e 38 dias para os tratamentos de 90, 95 e 100% de IL, respectivamente, durante a época da primavera. No caso do capim-xaraés, além de pastejos aos 95 e 100% de IL uma terceira estratégia de pré-pastejo foi adotada, pastejos a cada 28 dias, utilizando-se o calendário juliano. Os números de ciclos de pastejo obtidos foram 6, 4 e 5 para os tratamentos 95% de IL, 28 dias e 100% de IL, respectivamente, o que correspondeu a intervalos médios entre pastejos de 22; 27,7 e 31,7 dias para os tratamentos com 95% de IL, 28 dias e 100% de IL, respectivamente. Esses valores tiveram implicações diretas no padrão de acúmulo de forragem do capim-xaraés, com destaque para a estratégia de 28 dias, que se comportou como o tratamento de 95% de IL na primavera e como o de 100% de IL no verão (PEDREIRA, 2006), indicando que quanto maior a disponibilidade de fatores de crescimento e maiores as taxas de acúmulo de forragem, menor deveria ser o período de descanso dos pastos.

No presente trabalho o intervalo médio entre pastejos variou de acordo com os tratamentos, sendo que os menores intervalos foram registrados no final da primavera 1 (dez/04) e no final da primavera 2 (dez/05) (24 e 27 dias) para os tratamentos com 95%

de IL (Tabela 5). Já para os tratamentos de 100% de IL os valores nessas épocas foram de 56 a 44 dias. Durante o verão (jan-mar/05), os intervalos entre pastejos foram mais longos do que o esperado, provavelmente em função das baixas precipitações ocorridas durante essa época do ano, em especial durante os meses de dezembro e fevereiro (Figura 5). Apesar de não terem sido realizados pastejos no período de outono/inverno (abr-set/05), os valores apresentados na Tabela 5 representam o número de dias entre o último pastejo realizado nos meses de março e abril e o pastejo seguinte realizado nos meses de outubro e, ou, novembro, dependendo do tratamento. Esses períodos de descanso, longos, foram consequência das baixas temperaturas médias, precipitações e insolação, variáveis que promoveram um ambiente desfavorável ao crescimento do capim-marandu (Figuras 2, 3, 4 e 5). Comportamento semelhante foi registrado para o capim-mombaça (CARNEVALLI, 2003; LOPES, 2006) e para o capim-tanzânia (BARBOSA, 2004; DIFANTE, 2005). Durante as estações de crescimento em que ocorreram condições climáticas favoráveis, a recuperação dos pastos foi mais rápida, reduzindo os intervalos entre pastejos e aumentando o número de ciclos de pastejo realizados. Tanto os valores de intervalo entre pastejos obtidos para o capim-marandu neste experimento, como aqueles encontrados e descritos anteriormente para os capins mombaça (CARNEVALLI, 2003), tanzânia (BARBOSA, 2004) e mais recentemente para o xaraés (PEDREIRA, 2006) demonstram que períodos de descanso fixos, dependendo da época do ano e das condições vigentes durante o período de crescimento, podem ser demasiadamente curtos, o que levaria a perdas de produção em termos de quantidade, ou demasiadamente longos, o que levaria a perdas de quantidade e qualidade da forragem produzida. Assim, a adoção de estratégias de manejo do pastejo baseadas em períodos de descanso fixos são no mínimo potencialmente arriscadas e de difícil aplicação prática tendo em vista a diversidade de plantas forrageiras utilizadas, os diferentes perfis dos sistemas de produção adotados no Brasil, e a diversidade climática do território brasileiro. Uma análise desses fatos pode, inclusive, ser uma explicação para o grande percentual de pastagens degradadas e a grande oscilação observada na produção e produtividade da pecuária nacional.

5.1.2 Interceptação luminosa

De forma geral os pastos manejados com 95% de IL e aqueles de 15 cm de altura pós-pastejo apresentaram os maiores valores e as menores variações na interceptação luminosa pós-pastejo entre as estações do ano estudadas (Tabela 7). Uma explicação para o fato seria a maior área da folhagem pós-pastejo obtida sob aquelas condições de manejo (1,62) comparativamente àquelas correspondentes a 100% de IL (1,40) (Tabela 14). Certamente essa maior área da folhagem foi resultado de uma maior densidade populacional de perfilhos³ nos pastos submetidos ao pastejo aos 95% de IL. Quanto às menores variações dos valores registrados, uma possível explicação seria o fato de não terem sido verificados incrementos significativos nas alturas pós-pastejo nos pastos manejados a 95% de IL com a sucessão dos ciclos de pastejo (Tabela 10). Esse fato explica também porque os valores de interceptação luminosa foram maiores em todas as épocas do ano para os tratamentos de altura pós-pastejo 15 cm em relação àqueles com altura pós-pastejo 10 cm, exceção feita à primavera 1 (out-dez/04), que foi influenciada certamente pelo ângulo da folhagem (Tabela 16). De todos os tratamentos, o 95/15 merece destaque, uma vez que já interceptava 82,9% da luz incidente no início da rebrotação, a maior média registrada para o experimento (Tabela 6). Isso deve ter sido devido ao menor ângulo da folhagem (orientação mais horizontal do dossel) aliado a uma maior área de folhagem remanescente para esse tratamento (Tabela 14 e 17). Os resultados mostraram uma relação clara entre as características estruturais do dossel como altura pós-pastejo, área e ângulo da folhagem residual na determinação da interceptação luminosa no início do processo de rebrotação dos pastos. Plantas com folhas dispostas horizontalmente interceptam mais luz com IAF menor do que plantas com folhas eretas, ou seja, o arranjo espacial da área foliar do dossel forrageiro apresenta efeito marcante na quantidade de luz interceptada e, conseqüentemente, no potencial fotossintético da comunidade de plantas (Marshall, 1987).

³ GIACOMINI, A.A. Dinâmica do perfilhamento em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo. Tese de doutorado do Curso de Ciência Animal e Pastagens em fase de elaboração.

Ao contrário do que se esperava, não houve diferença entre os valores de IL pós-pastejo registrados para os tratamentos 95/10 e 100/10 ao final do experimento. Possivelmente os baixos valores de IL do tratamento 95/10 estejam associados à alta intensidade de pastejo, que pode ter reduzido a massa de forragem. Apesar do tratamento 95/10 apresentar uma maior participação de folhas em relação ao tratamento 100/10 no pós-pastejo (ver item 4.1.7), a grande quantidade de colmos e material morto presente na massa de forragem do tratamento 100/10 dificultou o rebaixamento dos pastos e resultou em incrementos de altura pós-pastejo (Tabela 9). Esse fato pode ter contribuído para aumentar os valores de IL do tratamento 100/10, uma vez que, o aparelho analisador de dossel não faz diferenciação entre folhas, colmos e material morto para o cálculo da área de interceptação de luz do dossel.

As medições de IL (tratamentos de 95 e 100%), em geral, apresentaram médias consistentes durante as estações do ano estudadas (Tabela 8). No entanto, somente os tratamentos de 95% de IL resultaram em valores de IL próximos à meta pré-pastejo estabelecida de 95% durante todo o período experimental. Esse fato reforça, sem dúvida, a importância da relação entre a IL e altura do pasto como recomendação de meta de pastejo. Para os tratamentos de 100% de IL os valores médios efetivos de IL registrados variaram de 97,4 a 98,2%, dependendo da época do ano. Esse fato ocorreu porque o aparelho utilizado nas avaliações não registra o valor de 100% de IL, mesmo em condições de completa escuridão (CARNEVALLI, 2003).

5.1.3 Altura do dossel

Com relação ao manejo do pastejo, não houve dificuldade em manter as metas de altura pós-pastejo originalmente propostas para os tratamentos de 15 cm (95/15 e 100/15) durante todo o período experimental (Tabela 10). Por outro lado, para a meta de 10 cm, quando a meta de interceptação luminosa pré-pastejo era 95%, as alturas pós-pastejo ficaram próximas às metas estipuladas (11,3 a 12,6 cm). Entretanto, quando a meta de interceptação luminosa pré-pastejo foi de 100% (tratamento 100/10), os valores efetivos de altura pós-pastejo mensurados ficaram acima da meta planejada, com incrementos de até 56%, fazendo com que os valores ficassem muito próximos

daqueles dos tratamentos de altura pós-pastejo 15 cm (95/15 e 100/15) ao final do experimento (Tabelas 9 e 10). Pastejos realizados com 95% de IL foram efetivos no controle da altura pós-pastejo porque o menor intervalo entre pastejos sucessivos limitou os processos de alongamento de colmos e acúmulo de material morto relativamente àqueles realizados com 100% de IL (ZEFERINO, 2006). Isso resultou em menor participação de colmo e maior participação de folhas na massa de forragem (item 4.1.7), facilitando o processo de rebaixamento dos pastos e cumprimento das metas pós-pastejo estipuladas (TRINDADE, 2007).

Padrão semelhante de resposta para altura pós-pastejo foi descrito por Carnevalli (2003) e Barbosa (2004) trabalhando com *Panicum maximum* cvs. Mombaça e Tanzânia, respectivamente, onde variações de até 60% acima das metas de altura pós-pastejo estipuladas foram registradas quando longos períodos de descanso foram utilizados (100% de IL). Braga et al. (2006), trabalhando com capim-marandu sob lotação intermitente e quatro níveis de oferta diária de forragem (5, 10, 15 e 20%), porém com período de descanso fixo de 28 dias e 7 dias de ocupação, relataram que a altura do dossel pós-pastejo foi de 17 cm para a oferta de 5%, enquanto que para as demais ofertas houve aumento progressivo da altura pós-pastejo ao longo do experimento, as quais variaram de 21 a 50 cm.

Em geral, neste experimento os valores de altura pré-pastejo foram bastante consistentes em relação às metas de interceptação luminosa dentro e entre épocas do ano, e giraram em torno de 25 cm para 95% de IL e 35 cm para 100% de IL (Figuras 25 e 26). Os maiores valores de altura pré-pastejo foram registrados durante a primavera 1 (out-dez/04) para todos os tratamentos avaliados (Tabela 12), época em que foram iniciadas efetivamente as avaliações experimentais. Nessa ocasião, os pastos estavam começando a ser submetidos aos novos tratamentos experimentais (item 3.2.2), além de terem atravessado um período longo de crescimento na ausência de pastejo, o que caracterizou uma condição de “crescimento livre” durante o outono/inverno de 2004 que favoreceu o acúmulo de proporções significativas de colmo e de material morto. Após esse período inicial de equilíbrio dos pastos em respostas aos tratamentos impostos a variação em altura foi pequena e os valores registrados mantidos de forma relativamente constante até o final do experimento.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula dentro de época não diferem entre si ($P > 0,10$)

Épocas: 1 - primavera 2004 (out-dez/04); 2 - verão (jan-mar/05); 3 - out/inv (abril-set/05); 4 - início de primavera 2 (out-nov/05); 5 - final primavera 2 (dez/05)

Figura 25 - Altura pré-pastejo (cm) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo de outubro de 2004 a dezembro de 2005

Figura 26 - Altura pré-pastejo média de pastos de capim-marandu submetidos a pastejo com 95 e 100% de IL durante a rebrotação

Durante todo o período experimental, o tratamento 95/15 foi o que apresentou os menores valores de altura pré-pastejo, provavelmente devido ao maior índice de área e pela disposição mais horizontal do ângulo da folhagem resultantes dessa estratégia de manejo, o que resultou em maior proporção da luz incidente sendo interceptada com uma menor altura. A maior altura do dossel dos tratamentos de 100% de IL durante todo o experimento foi resultado do maior intervalo entre pastejos (Tabela 5) e conseqüente alongamento de colmos (ZEFERINO, 2006), que contribuíram para a elevação da altura da superfície de folhas. Esse padrão de resposta é comum sob condições de competição acirrada por luz entre perfilhos quando os dosséis passam a interceptar mais que 95% da luz incidente (DA SILVA, 2004). Nessa condição, na tentativa de emissão e posicionamento de novas folhas em situação de plena luz, no topo do dossel, as plantas normalmente alongam os colmos, elevando a altura do pasto, o peso dos perfilhos e o tamanho das folhas, o que resultou em menor densidade populacional de perfilhos³.

O monitoramento da interceptação de luz pelo dossel em condições de campo não é simples e requer equipamento caro para que possa ser realizado. Por essa razão é que, concomitantemente às leituras de IL, foram realizadas medidas de altura dos pastos (Figura 8). O objetivo foi verificar, ao final do experimento, a relação funcional entre essas variáveis, de forma a recomendar a altura do pasto como critério de campo para a determinação da interrupção do processo de rebrotação e início do pastejo do capim-marandu. Para plantas de clima temperado, já existe um consenso na literatura sobre a associação positiva entre a altura do dossel e a interceptação da radiação luminosa incidente (HODGSON, 1990). Para plantas de clima tropical, resultados de experimentação recente têm revelado que esse mesmo padrão de comportamento se aplica, indicando que a altura do dossel forrageiro na condição de pré-pastejo pode ser utilizada como um indicador prático de campo para o manejo do pastejo (HODGSON; DA SILVA, 2002; MELLO, 2002; CARNEVALLI, 2003; DA SILVA; CORSI, 2003; BARBOSA, 2004; DA SILVA, 2004; DIFANTE, 2005; LOPES, 2006; PEDREIRA, 2006; ZEFERINO, 2006; TRINDADE, 2007).

³ Citação no rodapé da página 90.

No presente experimento, a análise conjunta dos dados de altura e interceptação de luz revelou um grau de associação muito forte e positivo entre essas variáveis (Figura 12). Esse fato indica, de forma promissora, a possibilidade de utilização da altura do dossel na condição de pré-pastejo como um parâmetro-guia prático, de fácil visualização, para o controle e manejo do pastejo em situações de lotação intermitente, particularmente o pastejo rotativo. Vale ressaltar que a adoção da altura como guia prático de manejo não deve ser realizada de maneira arbitrária, mas sim calcada em parâmetros fisiológicos e ecofisiológicos para cada espécie forrageira para que tenha valor como estratégia de manejo. Experimentação recente conduzida com base nessa premissa já tem fornecido recomendações de campo muito simples e que já estão sendo utilizadas (DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2006). Como exemplos podem ser mencionados as metas de altura de entrada de 90 cm para o capim-mombaça (CARNEVALLI, 2003), 70 cm para o capim-tanzânia (BARBOSA, 2004; DIFANTE, 2005), 30 cm para o capim-xaraés (PEDREIRA, 2006) e 100 cm para o capim-cameroon (VOLTOLINI, 2006).

Braga et al. (2006), trabalhando com capim-marandu sob pastejo rotativo e ofertas diárias de forragem, relataram que a altura de dossel na qual 95% da radiação incidente foi interceptada variou com as ofertas de forragem testadas e entre os dois anos do experimento. No primeiro ano os valores foram de 59, 49, 49 e 50 cm, enquanto que no segundo foram de 30, 37, 41 e 47 cm para as ofertas de 5, 10, 15 e 20%, respectivamente. No presente trabalho, as maiores alturas foram registradas para os tratamentos com 100% de IL, que com o passar das estações do ano, variaram entre 31 e 35 cm, apresentando média final de 34 cm (Tabela 11). Fazendo uma analogia com os resultados de Braga et al. (2006), o tratamento de oferta de forragem que mais se assemelhou a alguma combinação de tratamentos deste trabalho foi a oferta de 5% no segundo ano, a qual resultou em 30 cm de altura pré-pastejo e 17 cm de altura pós-pastejo. Valores semelhantes a esses foram alcançados para o tratamento 100/15 no presente estudo, tratamento caracterizado por acúmulo de colmos e de material morto, ou seja, degeneração da estrutura do dossel com o transcorrer do experimento.

5.1.4 Índice de área da folhagem (IAF)

O índice de área foliar de um pasto é o resultado de relações dinâmicas entre as características morfogénéticas e estruturais das plantas (Lemaire e Agnusdei, 1999) e, para um dado genótipo, há uma relação constante entre a área da folha e seu comprimento (Nabinger, 1999). Durante o verão (jan-mar/05) foram registrados os maiores valores médios de IAF pós-pastejo do experimento (Tabelas 13 e 14). Essa foi a época do ano em que foram verificadas as maiores densidades populacionais de perfilhos³ nos pastos. Esse maior número de perfilhos por unidade de área possivelmente deu origem a um arranjo na estrutura dos pastos de tal maneira que houve uma sobreposição de folhas, aumentando, assim, os valores de IAF. Essa condição de estrutura beneficiou em especial os pastos manejados com maior altura pós-pastejo (15 cm), sendo que estes apresentaram os maiores valores de IAF consistentemente durante todas as épocas do ano (Tabela 13). O tratamento que resultou no maior valor médio de IAF pós-pastejo de todo o experimento foi o 95/15 (2,20), possivelmente conseqüência da maior participação do componente folha em relação a colmo e material morto na massa de forragem pós-pastejo. Por outro lado, para a altura pós-pastejo de 10 cm não foram detectadas diferenças para as metas pré-pastejo de 95 e 100% de IL (Tabela 14). Contudo, atenção especial deve ser dada à caracterização da estrutura desses pastos (95/10 e 100/10) em relação à distribuição vertical dos componentes morfológicos. Esta resultou em qualidade diferenciada do IAF, mais precisamente na participação de folhas detectada na massa de forragem do tratamento 95/10 (Figuras 16, 17, 18, 19, 20 e 21). Possivelmente essa maior participação de folhas tenha estado associada ao maior número de perfilhos aéreos encontrados para esse tratamento, uma provável tentativa das plantas de manter seu IAF sob aquelas condições de desfolhação (ZEFERINO, 2006). Os pastos manejados com 95% de IL apresentaram valores superiores de IAF pós-pastejo comparativamente àqueles de 100% de IL (Tabela 14), provavelmente em virtude da maior produção de folhas aliada a uma maior densidade populacional de perfilhos.

³ Citação no rodapé da página 90.

Na condição pré-pastejo os maiores valores de IAF foram encontrados na primavera 1 (out-dez/04) e no verão (jan-mar/04). Possivelmente, na primavera 1 os maiores valores de IAF tenham estado associados às maiores alturas dos pastos registradas no início do experimento (Tabela 12). Já no verão os maiores valores de IAF podem ser explicados pela maior participação de folhas na massa de forragem, consequência da maior densidade populacional de perfilhos. No outono/inverno (abril-set/05) foram registrados os menores valores de IAF, certamente função da menor disponibilidade de fatores de crescimento para as plantas (Figura 2, 3, 4, 5), o que resultou em baixo acúmulo líquido de forragem (ZEFERINO, 2006) e menor IAF dos pastos. Estes resultados corroboram aqueles obtidos por Mello e Pedreira (2004) para capim-tanzânia submetidos a três intensidades de pastejo rotativo (1000, 2500 e 4000 kg MSV-residual/ha). Nesse trabalho, com o progresso da estação de pastejo da primavera-verão para outono-inverno, foram registradas reduções nos valores médios de IAF. Marshall (1987) destacou a importância dos fatores ambientais, principalmente temperatura, fotoperíodo e luz, sobre a taxa de aparecimento de folhas, determinando, assim, um modelo estacional da dinâmica de crescimento do IAF.

Segundo Humphreys (1991), a expansão foliar é um dos processos fisiológicos mais sensíveis ao déficit hídrico, de forma que a planta cessa o alongamento de folhas e raízes muito antes de os processos de fotossíntese e divisão celular serem afetados. Neste trabalho os valores de IAF voltaram a aumentar durante o início da primavera 2 (out-nov/05) (Tabela 15), indicando a capacidade que a planta tem de alterar sua estrutura de forma a otimizar o uso da radiação incidente. Pastos manejados com 100% de IL apresentaram consistentemente os maiores valores de IAF pré-pastejo entre e dentro das épocas do ano. Isso foi provavelmente decorrente de intervalos entre pastejos mais longos registrados para esse nível de IL, período de tempo esse que foi suficiente para promover alterações na estrutura dos pastos como as maiores alturas do dossel, causadas pelo alongamento de colmos (ZEFERINO, 2006). Porém, aqueles manejados com 95% de IL apresentaram valores de IAF relativamente estáveis e semelhantes entre as épocas do ano avaliadas (Tabela 15). Essa estabilidade dos valores de IAF deve ter sido devida à maior uniformidade das alturas pré-pastejo para os pastos manejados a 95% de IL (Tabela 12). Com essas mudanças no

comportamento de IAF, fica evidente a função da característica morfogênica alongamento de colmo em promover alterações na estrutura dos pastos, particularmente, na determinação da altura do dossel e da densidade populacional de perfilhos. Aparentemente, a altura do dossel e a densidade populacional de perfilhos propiciaram às plantas uma maior flexibilidade de alteração de seu IAF como forma de buscar uma melhor interceptação e uso da luz incidente nas diferentes épocas do ano.

5.1.5 Ângulo da folhagem

O ângulo da folhagem pós-pastejo foi menor (distribuição mais horizontal) durante as épocas primavera 1 (out-dez/04) ($50,5^\circ$) e verão (jan-mar/05) ($50,5^\circ$), com aumento progressivo a partir do outono/inverno (abril-set/05) ($53,1^\circ$) até o final da primavera 2 (dez/05) ($55,9^\circ$) (Tabela 16). O motivo para o menor ângulo pós-pastejo na primavera 1 pode estar associado à composição morfológica da massa de forragem nesse período. Constatou-se elevada participação de material morto que, por não estar mais ligado a colmos, pode ter adquirido uma conformação mais horizontal (Figura 16 e 17), ocasionando, de forma geral, maior interceptação da luz incidente (Tabela 7). Já no verão a massa de forragem na base dos pastos apresentava maior participação de folhas (Figura 18), resultado, em parte, de um maior aparecimento e de maior densidade populacional de perfilhos³ e, em parte, como consequência da maior atividade de microrganismos na decomposição do material morto nessa época do ano (BUENO, 2003). Isso, aliado ao fato de que as folhas eram de maior tamanho nessa época do ano (ZEFERINO, 2006), possivelmente fez com que o dossel dos pastos tomasse uma conformação mais horizontal. As alterações na estrutura dos pastos, no que diz respeito à arquitetura do dossel no outono/inverno (abril-set/05), foram no sentido de um maior ângulo da folhagem, ou seja, um dossel mais ereto (distribuição mais vertical da forragem). Esse tipo de arranjo poderia favorecer as plantas numa época do ano caracterizada por baixa precipitação e disponibilidade de luz relativamente ao verão, uma vez que um ângulo maior favoreceria uma menor

³ Citação no rodapé da página 90.

exposição da área foliar à radiação direta, diminuindo sua transpiração, além de permitir uma distribuição mais eficiente da luz no interior do dossel (Figura 4 e 5).

Os pastos manejados com 100% de IL e aqueles com 10 cm de altura pós-pastejo foram os que apresentaram maior média geral para ângulo da folhagem, ou seja, apresentaram-se mais eretos em relação àqueles manejados com 95% de IL e com altura pós-pastejo de 15 cm (Tabela 16 e 17). Esse padrão de resposta pode ter sido consequência da maior participação de colmos em relação a folhas na massa de forragem, já que os colmos adquirem uma conformação mais ereta no perfil do dossel. De forma geral, os pastos submetidos ao tratamento 95/15 apresentaram os menores ângulos da folhagem ($44,0^\circ$ a $53,2^\circ$) ao longo do período experimental, razão pela qual esse tratamento resultou na maior proporção de luz interceptada já no início da rebrotação, favorecendo a realização de um maior número de ciclos de pastejo. Pastos submetidos ao tratamento 100/10 apresentaram aumento progressivo do ângulo da folhagem do início até o final do experimento ($53,2^\circ$ a $61,7^\circ$) (Tabela 17). Esse fato pode ser explicado pela evolução da altura pós-pastejo como resultado do alongamento de colmos (ZEFERINO, 2006).

Segundo Bernardes (1987), as diferenças de interceptação de luz e produção fotossintética relacionada com ângulo foliar ocorrem principalmente para a luz direta, e são também dependentes da elevação solar. Assim, o ângulo de inserção foliar é uma variável importante, pois regula o grau de penetração da radiação solar no dossel forrageiro. Mello (2002), estudando capim-tanzânia sob lotação intermitente, demonstrou que a maior intensidade de pastejo (resíduo de 1000 kg ha^{-1} de MSV) alterou a estrutura do dossel no que diz respeito à arquitetura das plantas por meio da redução nos ângulos foliares médios (folhas mais planas) ao longo das estações, com as plantas passando a interceptar mais luz por unidade de área foliar.

Na condição pré-pastejo, durante o verão (jan-mar/05), foi registrado o maior valor de ângulo da folhagem ($45,2^\circ$) (dossel mais ereto), sendo que não houve diferença entre as demais estações do ano (Tabela 19). Por ocasião da primavera 1 (out-dez/04) e durante o verão (jan-mar/05), os pastos manejados com 95% de IL apresentaram os maiores valores registrados de ângulo da folhagem, $45,4^\circ$ e $45,6^\circ$, respectivamente. Vale destacar o tratamento 95/10, que resultou no maior valor

registrado durante todo o experimento (49,2°) (Tabela 19). Esses resultados corroboram aqueles de Carnevali (2003) para capim-mombaça submetido a tratamentos de pastejo análogos aos deste experimento. Para o capim-mombaça, durante o verão, os tratamentos de 95% de IL resultaram em um dossel mais ereto (52,3°) que os tratamentos de 100% de IL (45,0°). Com relação à intensidade de pastejo, pastos submetidos à altura pós-pastejo de 10 cm apresentaram valores de ângulo da folhagem maiores que aqueles submetidos à altura pós-pastejo de 15 cm, 44,4° e 42,4°, respectivamente. Essa mudança na arquitetura do dossel provavelmente ocorreu na tentativa de compensar um menor IAF dos tratamentos com maior intensidade de pastejo, indicando que as plantas modificaram sua estrutura a fim de interceptar mais luz por unidade de área de folha (MATCHES, 1992). Segundo Loomis e Williams (1969), a maior eficiência de utilização da luz é alcançada quando muitas folhas são iluminadas com modesta quantidade de luz, comparativamente a uma situação de exposição de poucas folhas a sol pleno. Padrão semelhante de resposta foi constatado para os tratamentos de 95% em relação aos 100% de IL (Tabela 18). No entanto, neste caso a modificação morfológica foi devida ao alongamento de colmos durante o aumento de aproximadamente 3 unidades percentuais em interceptação luminosa do dossel dos tratamentos com 100% comparativamente aos 95% de IL, o que levou à produção de perfilhos maiores e mais pesados, possivelmente menos eretos.

Essas mudanças em arquitetura do dossel foram determinadas praticamente pela necessidade da planta captar uma maior proporção da luz incidente. No entanto, nessa tentativa, a estrutura do dossel foi afetada, com alterações significativas em altura do dossel que, por sua vez, influenciaram o grau de sombreamento dos pastos e a dinâmica da densidade populacional de perfilhos³. Esse fato ratifica a forte relação que a altura do dossel possui com as respostas das plantas, e revela a plasticidade que o capim-marandu apresenta em alterar sua estrutura como forma de otimizar a utilização dos recursos do meio.

³ Citação no rodapé da página 90.

5.1.6 Massa de forragem e caracterização da estrutura vertical do dossel

A maior massa de forragem pós-pastejo dos pastos manejados a 15 cm de altura esteve diretamente relacionada com a área de folhagem remanescente que foi de 1,95 e 1,08 para os pastos manejados a 15 e 10 cm de altura pós-pastejo, respectivamente. A maior massa de forragem possibilitou uma rebrotação mais vigorosa dos pastos e um maior número de ciclos de pastejo para a altura pós-pastejo de 15 cm (Tabela 4). Padrão análogo de resposta foi reportado por Carnevalli (2003) para o capim-mombaça, onde a menor altura pós-pastejo (30 cm) resultou em menor valor de massa de forragem consistentemente durante todas as épocas do ano comparativamente à maior altura pós-pastejo (50 cm). No presente trabalho, a única época em que não houve diferença em massa de forragem para as diferentes alturas pós-pastejo foi a de final da primavera 1 (dez/04), provavelmente em decorrência das maiores alturas registradas nessa época do ano. Em parte, essa mesma explicação é válida para efeito de época do ano, segundo o qual maiores valores de massa de forragem pós-pastejo foram registrados no final da primavera 1 (dez/04), não havendo diferença para o verão (jan-mar/05), com decréscimos no outono/início de primavera 2 (Tabela 20). Possivelmente, esses resultados estejam associados à dinâmica da densidade populacional de perfilhos na área³, que aumentou do final da primavera 1 (911 perfilhos.m⁻²) para o verão (1211 perfilhosm⁻²), e diminuiu a partir do outono até o início da primavera 2 (932 perfilhos.m⁻²).

Apesar de não ter havido diferença entre as massas de forragem pós-pastejo obtidas ao final da primavera 1 (dez/04) e no verão (jan-mar/05), foi nítida a diferença em composição morfológica entre os tratamentos avaliados. No final da primavera 1 (dez/04), a estrutura do dossel foi caracterizada por uma maior altura e massa de forragem composta por uma participação elevada de colmos e de material morto, em especial para os tratamentos de 100% de IL. Já para os tratamentos de 95% de IL a maior participação na massa de forragem foi predominantemente de folhas (Figura 17). No verão (jan-mar/05), a estrutura sofreu modificação com características distintas das demais épocas. O componente morfológico de maior ocorrência na massa de forragem

³ Citação no rodapé da página 90.

foi folha, independentemente do tratamento considerado. No entanto, menores participações de colmos e de material morto foram detectadas na massa de forragem dos tratamentos de 95% de IL, além da predominância de colmos nos estratos superiores do dossel dos pastos manejados a 100% de IL (Figura 18). No outono/inverno, a estrutura apresentou outro padrão de comportamento, caracterizado por um aumento das frações colmo e material morto, com destaque para o tratamento 100/10, em que foram registrados aumentos em altura pós-pastejo e elevada participação de colmos e material morto na massa de forragem residual (Figuras 19 e 20). O componente folha somente voltou a apresentar participação elevada da massa de forragem dos pastos no final da primavera 2 (dez/05) (Figura 21). Nessa época já não era mais possível diferenciar o tratamento 100/10 do 95/15 e do 100/15 em termos de altura pós-pastejo, uma vez que a altura efetiva de resíduo do tratamento 100/10 já havia sido bastante elevada. Porém, contraste entre tratamentos pôde ser detectado em termos de composição morfológica, com uma grande diferença relacionada com a participação de colmos e de material morto.

A presença de colmos e material morto nos estratos superiores dos pastos submetidos ao tratamento 100/10 foi responsável pelas mudanças na estrutura do dossel, razão pela qual, no final da primavera 2 (dez/05) (Figura 21) e início do verão 2006, a massa de forragem pós-pastejo do tratamento 100/10 foi superior àquela dos demais tratamentos, inclusive do 100/15, sendo necessário alterar o protocolo experimental do estudo de comportamento animal realizado de forma concomitante para que estimativas mais precisas pudessem ser feitas da forragem em oferta (TRINDADE, 2007).

Na condição pré-pastejo, os tratamentos de 100% de IL apresentaram os maiores valores de massa de forragem relativamente aos tratamentos de 95% de IL (Figura 14). Isso pode ser explicado pelo maior intervalo entre pastejos dos tratamentos de 100% de IL comparativamente àqueles dos tratamentos de 95% de IL (Tabela 5). Esses maiores intervalos estiveram associados com maiores taxas de alongamento de colmos (ZEFERINO, 2006), que resultaram em mudanças nas características estruturais do dossel como altura, comprimento da lâmina foliar e IAF, revelando a estreita relação que existe entre as características estruturais e a massa de forragem

dos pastos. No entanto, devido ao menor intervalo entre pastejos para os tratamentos de 95% de IL, um maior número de pastejos foi obtido durante todo o período experimental. Dessa maneira, houve uma compensação na produção de forragem (menor massa de forragem, porém maior número de pastejos ao longo do experimento), com uma massa de forragem diferenciada em relação à composição morfológica ofertada por ocasião da entrada dos animais nos pastos. Isso indica que longos períodos de descanso não resultariam necessariamente em elevado acúmulo de forragem e que, na verdade, a forragem produzida sob essas condições pode apresentar um menor valor nutritivo como resultado da alta participação de colmos e de material morto na matéria seca acumulada (BUENO, 2003; CARNEVALLI et al., 2006).

Observando a distribuição vertical dos componentes morfológicos do dossel (Figuras 16, 17, 18, 19, 20 e 21) é possível inferir que os pastos manejados a 100% de IL apresentaram massa de forragem com maior participação de colmos e de material morto relativamente àqueles manejados a 95% de IL. Esse fato é bastante sugestivo de um menor valor nutritivo⁴ da forragem produzida nos pastos manejados a 100% de IL.

Em se tratando de época do ano, as maiores massas de forragem encontradas no final da primavera 1 (dez/04) devem ter sido consequência da maior participação de material morto e colmos tanto na base como em pontos mais altos do dossel (Figura 16 e 17). Isso porque os pastos atravessaram um longo período sem serem pastejados (inverno 2004) antes que as avaliações comesçassem de forma efetiva (item 3.2.2). No verão (jan-mar/05) as massas foram menores, porém, apresentaram uma maior participação de folhas em relação a colmo e material morto (Figura 18). Essa modificação na estrutura deve ter estado relacionada à maior atividade microbiana no solo que possibilitou uma decomposição mais rápida da matéria orgânica durante os meses mais quentes e chuvosos, promovendo uma menor participação de material morto nos pastos durante o verão (BUENO, 2003; MOLAN, 2004). Do outono até o início da primavera 2 (abril-nov/05) houve novamente um incremento nos valores de massa de forragem, retornando a um padrão semelhante àquele registrado ao final da primavera anterior (dez/04). Ou seja, os pastos passaram o inverno 2005 todo sem

⁴ SARMENTO, D.O.L. Produção, composição morfológica e valor nutritivo da forragem em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo por bovinos de corte. Tese de doutorado do Curso de Ciência Animal e Pastagens em fase de elaboração.

pastejo algum, o que permitiu um acúmulo de colmos e material morto na base dos pastos, repetindo o ciclo de eventos descrito para o final da estação de crescimento do ano anterior (Figuras 19, 20 e 21). Padrão semelhante de resposta foi reportado por Molan (2004) para o capim-marandu sob lotação contínua, com os menores valores de massa de forragem registrados durante o verão (10640 kg.ha^{-1} de MS), aumentando durante o outono (10710 kg.ha^{-1} de MS) e o inverno (12340 kg.ha^{-1} de MS) até o início da primavera, época em que foram registrados os maiores valores (14630 kg.ha^{-1} de MS). Nesse mesmo trabalho, as massas de forragem encontradas variaram de 4630 a 23010 kg.ha^{-1} de MS para pastos mantidos a 10 cm durante o verão e a 40 cm durante o início da primavera, respectivamente. Esses valores são superiores às massas de forragem encontradas em condições de pré-pastejo no presente trabalho ao final da primavera 1, verão e outono/início de primavera 2, com valores de 9120, 6780 e 7140 kg.ha^{-1} de MS, respectivamente. Os elevados valores de massa de forragem mensurados para o capim-marandu submetido a lotação contínua (MOLAN, 2004) em relação aos deste experimento sob lotação intermitente podem ter sido consequência do método de pastejo empregado, uma vez que sabidamente pastos submetidos a lotação contínua apresentam maior densidade populacional de perfilhos e densidade volumétrica da forragem que pastos submetidos a lotação intermitente (HODGSON, 1990; CARVALHO et al., 2000a, 2000b e 2001; SBRISSIA, 2004).

As mudanças relatadas anteriormente em estrutura do dossel, como maior altura aliada a maior massa de forragem, constituída por elevadas proporções de colmo e material morto, particularmente para os tratamentos de 100% IL, sugerem que menores eficiências de pastejo poderiam ser esperadas sob essas circunstâncias. Isso porque há indícios de que existe uma relação inversa entre eficiência de pastejo e elevado acúmulo de forragem, função da elevada participação de colmos em pastos altos (PEDREIRA et al., 2005; CARNEVALLI et al., 2006).

Para plantas de clima temperado como o azevém perene parece existir uma proporcionalidade entre a altura do dossel forrageiro e a profundidade da camada de lâminas foliares passíveis de desfolhação, com valores girando em torno de 50% (HODGSON, 1990). No presente trabalho, esse padrão foi consistente na condição pré-pastejo, onde independentemente do tratamento e da época do ano considerada, cerca

de 50% no mínimo da porção superior da altura dos pastos foi ocupada pelas folhas. Esse comportamento corrobora aquele reportado por Molan (2004), em que pastos de capim-marandu mantidos a 10, 20, 30 e 40 cm de altura sob lotação contínua apresentaram 50% da porção superior de suas alturas constituída por folhas.

Com relação a plantas daninhas, em todas as unidades experimentais a frequência foi baixa, sugerindo boa persistência dos pastos durante todo o período experimental. Porém, vale destacar que os pastos manejados com 100% de IL apresentaram touceiras mais definidas e maior espaçamento entre touceiras. Essas mudanças poderiam ocasionar uma maior penetração de luz e, talvez, em médio e longo prazo, se pastejos muito severos fossem feitos repetidamente, favorecer o surgimento de plantas invasoras, gerando uma competição de tal maneira que a comunidade de perfilhos desses pastos pudesse entrar em colapso.

5.1.7 Densidade volumétrica da forragem

A densidade volumétrica pré-pastejo foi maior para os tratamentos com 95% de IL comparativamente aos tratamentos de 100% de IL (Tabela 22). Em geral os pastos manejados com 95% de IL apresentaram menor altura do dossel, já os pastos com 100% de IL resultaram nas maiores massas de forragem. No entanto, o aumento em massa dos tratamentos de 100% de IL foi proporcionalmente menor que o aumento correspondente em altura. Isso explica porque os tratamentos com 100% de IL apresentaram menores valores de densidade volumétrica da forragem. Vale destacar que o tratamento que apresentou o maior valor de densidade volumétrica foi o 95/15 ($308 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{cm}^{-1}$ de MS). Esses resultados sugerem que as mudanças em estrutura dos pastos poderiam afetar o consumo dos animais em pastejo (STOBBS, 1973 a,b).

Segundo Hodgson (1990), os animais em pastejo respondem mais consistentemente a variações em altura do que a variações em massa de forragem. Porém, no trabalho clássico de Stobbs (1973 a,b), foi postulado que, ao contrário do que acontece em pastagens de clima temperado, a densidade volumétrica e a relação folha/colmo seriam os principais componentes da estrutura do dossel a determinar o comportamento ingestivo dos animais em pastejo. Por outro lado, Da Silva e Carvalho

(2005) apontaram que essa interpretação é dependente do estágio de desenvolvimento da planta (vegetativo vs reprodutivo) e do controle do processo de pastejo. Nessa circunstância, o padrão de resposta à altura segue aquele originalmente descrito para plantas de clima temperado, passando a densidade e relação folha/colmo a serem mais importantes quando a participação de colmos e de material morto na massa de forragem do dossel é relativamente alta. Trabalhos recentes com capim-marandu mantido sob lotação contínua revelaram que os animais respondem de maneira mais consistente a variações em altura do dossel (GONÇALVES, 2002; ANDRADE, 2003; SARMENTO, 2003; MOLAN, 2004).

Devido ao maior acúmulo de colmos e de material morto na massa de forragem ao final da primavera 1 (dez/04), foram registrados nesse período os maiores valores de densidade volumétrica. Estes decresceram durante o verão, provavelmente por razão da renovação de perfilhos, crescimento vigoroso das plantas e decomposição da matéria orgânica sobre o solo, aumentando novamente durante o outono/início de primavera 2 (Figura 22) como resultado do acúmulo de colmos e material morto durante o período de desenvolvimento reprodutivo das plantas. Padrão análogo de resposta foi registrado por Molan (2004), que registrou os menores valores de densidade volumétrica da forragem de capim-marandu no verão, e aumentos a partir do outono, inverno até o início da primavera. Segundo esse autor, a densidade volumétrica nas distintas épocas do ano foi acompanhada por variações ocorridas no material morto da massa de forragem dos pastos. No pós-pastejo a densidade volumétrica seguiu o mesmo padrão da condição pré-pastejo, porém com a diferença de que os maiores valores de densidade volumétrica registrados para a altura pós-pastejo de 15 cm estiveram diretamente associados à maior área foliar remanescente dos pastos.

5.1.8 Taxa de acúmulo e produção de forragem

A grande maioria dos trabalhos com plantas forrageiras até pouco tempo avaliavam o acúmulo de forragem como sendo um processo único, singular, sem levar em consideração aspectos dinâmicos relacionados à população de plantas e competição por luz (DA SILVA; NASCIMENTO Jr., 2006). Neste trabalho não houve

efeito de interceptação luminosa, altura pós-pastejo e da interação interceptação luminosa x altura pós-pastejo sobre o acúmulo total de forragem (kg.ha^{-1} de MS) durante o experimento ($P>0,10$). No entanto, a média geral para os tratamentos de 95 e 100% de IL foi 14780 e 16940 kg.ha^{-1} de MS, respectivamente. Apesar dos pastos manejados com 95% de IL terem resultado em uma menor massa de forragem no pré-pastejo relativamente àqueles de 100% de IL (Figura 14), essa maior massa de forragem foi resultado de um maior acúmulo de colmos e de material morto (ZEFERINO, 2006). A maior massa de forragem por pastejo foi compensada pelo menor número de pastejos dos tratamentos de 100% de IL. Padrão análogo de resposta foi descrito por Pedreira (2006) para o capim-xaraés, por Barbosa (2004) para o capim-tanzânia e por Carnevalli (2003) para o capim-mambaça. Contraditoriamente ao que se imagina, em situações de pastejo rotativo, longos períodos de descanso (100% de IL) não necessariamente garantem alto acúmulo de matéria seca, sendo que a forragem produzida pode apresentar menor valor nutritivo como consequência do maior acúmulo de colmos e de material morto. Estes afetam a estrutura do dossel de forma que o arranjo e distribuição dos componentes da parte aérea não favorece a otimização do consumo de forragem pelos animais (TRINDADE, 2007), o que seguramente poderá ter implicações deletérias ao desempenho animal e produtividade dos pastos.

A literatura revela que para plantas de clima temperado o acúmulo de massa seca atinge taxas máximas quando o IAF crítico é atingido (95% de IL), e que até esse valor de IAF o evento fisiológico predominante é acúmulo de folhas (BROUGHAM, 1960; WILSON et al., 1961; HODGSON et al., 1981; PARSONS et al., 1988). No IAF crítico há sombreamento das folhas inferiores e, com isso, ocorre redução de sua atividade fotossintética, entrando as mesmas em ponto de compensação (DONALD, 1961; PARSONS et al., 1988). Aumentos subseqüentes em IAF reduzem a taxa de acúmulo do pasto em função do aumento nas taxas de respiração, resultantes de um aumento na quantidade de tecidos sem função fotossintética (DONALD, 1961). Os resultados de acúmulo de forragem deste experimento revelam um padrão análogo para o capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. De forma geral, durante a transição da interceptação luminosa de 95% (IAF 3,57) para valores ao redor

de 98% (IAF 4,50), foi registrada uma redução da taxa de alongamento de folhas e um aumento no alongamento de colmos e senescência (ZEFERINO, 2006). Essas variações em padrão de acúmulo de forragem resultaram em variações na estrutura dos pastos que, no campo, eram detectadas em curto espaço de tempo (poucos dias), especialmente durante as épocas em que as condições climáticas vigentes eram favoráveis ao crescimento. Merece destaque o tratamento 95/15 que, durante o verão/início do outono, apresentou 90% de sua taxa de crescimento proveniente do alongamento de folhas. No mesmo período as taxas de crescimento do tratamento 100/10 tinham uma contribuição de 79% do alongamento de folhas para o crescimento total dos pastos (alongamento de folhas e de colmos) (ZEFERINO, 2006). Essas alterações em estrutura dos pastos tiveram implicações diretas na composição da dieta selecionada pelos animais em pastejo (TRINDADE, 2007).

Os maiores valores de taxa de acúmulo de forragem foram registrados no final da primavera 1 (dez/04), diminuindo durante o verão (jan-mar/05), sendo os menores valores registrados durante o outono/início de primavera 2 (abril-nov/05) (Figura 23). Possivelmente as maiores taxas no final da primavera em relação ao verão estejam associadas à disponibilidade de fatores de crescimento como temperatura e precipitação e disponibilidade hídrica no solo (Figura 3 e 5). No trabalho de Zeferino (2006), realizado concomitantemente a este na mesma área experimental, houve acúmulo líquido negativo de forragem no final do inverno, consequência das baixas taxas de crescimento associadas a elevadas taxas de senescência. Os resultados deste experimento corroboram aqueles de Molan (2004) e Sbrissia (2004), que também registraram taxa negativa de acúmulo de forragem no inverno, sendo que as maiores taxas obtidas naquela ocasião foram no verão, decrescendo a partir do outono até o início da primavera, e voltando a aumentar no final da primavera.

Os resultados indicaram uma variação sazonal na produção de forragem do capim-marandu, sugerindo que em determinadas épocas do ano, para que se obtenha manejo eficiente do pastejo, é importante a associação estratégica entre práticas de conservação de forragem e suplementação.

5.2 Considerações finais

A estrutura do dossel dos pastos foi modificada pelas combinações de frequência e intensidade de pastejo impostas, e também variou de acordo com as estações do ano. O fato indica que uma mesma massa de forragem pode estar disposta no pasto de maneiras diferentes (e.g., altura, disposição espacial) e, de acordo com o manejo adotado e a época do ano, pode ser apresentada ao animal de diferentes formas, a partir de diferentes combinações entre altura e densidade volumétrica (DEMMENT; LACA, 1993; CARVALHO, 1997) e com implicações sobre o comportamento ingestivo e a ingestão de forragem dos animais em pastejo (TRINDADE, 2007).

O manejo do pastejo realizado com 95% de IL associado à menor intensidade de pastejo neste experimento (95/15) resultou em maior número de pastejos ao final do período experimental. Os valores de intervalo entre pastejos variaram de acordo com os tratamentos e com as épocas do ano, sugerindo que o manejo do capim-marandu submetido a pastejo rotativo precisa ser flexível como forma de ajustar a colheita da forragem à velocidade de crescimento das plantas, como forma de assegurar utilização eficiente da forragem produzida e rebrotação vigorosa dos pastos. Vale enfatizar que nas épocas de alta disponibilidade de fatores de crescimento, alguns pastos submetidos ao tratamento 95/15 apresentaram intervalos de pastejos que variaram de 13 a 16 dias. Tomando como base a recomendação generalizada para o capim-marandu que prevalece para as diferentes regiões do Brasil, em que se adota um período de descanso fixo e pré-determinado de 28 a 42 dias e altura pós-pastejo de 20 a 30 cm quando manejado sob pastejo rotativo, seguramente evidencia-se um quadro de descanso excessivamente longo dos pastos e, como consequência, colheita de forragem de baixo valor nutritivo e forma pouco eficiente, com reflexos negativos diretos sobre o desempenho e a produtividade animal. As variáveis altura do dossel e interceptação luminosa apresentaram grau de associação muito forte e positivo. Esse fato indica que a altura pode ser usada como determinante do momento de entrada dos animais nos pastos para a realização do pastejo, substituindo o analisador do dossel, barateando e facilitando a implementação da técnica em condições de campo.

Ao contrário do que normalmente se pensa, longos períodos de descanso em situações de pastejo rotativo não resultam, necessariamente, em elevado acúmulo de matéria seca ao final do ano agrícola. A maior massa de forragem existente a cada evento de pastejo nos tratamentos de 100% de IL foi parcial ou totalmente compensada pelo maior número de pastejos nos pastos manejados com 95% de IL que, também, apresentaram maior proporção de folhas e menor proporção de colmos e material morto na forragem acumulada.

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados deste experimento, foram elaboradas as seguintes conclusões:

- A estrutura do dossel forrageiro varia com as práticas de manejo empregadas, de forma que longos períodos de descanso, representados pelo nível de 100% de IL, resultam em acúmulo excessivo de colmos e material morto que compromete a produção futura do pasto e podem afetar negativamente a ingestão de forragem de animais em pastejo.
- Colmo e material morto são os componentes responsáveis pelas maiores variações em estrutura dos pastos em relação às práticas de manejo impostas e às épocas do ano.
- A frequência relativamente à intensidade de pastejo possui maior eficiência e eficácia no controle do alongamento de colmos e senescência, sendo, portanto, uma variável importante para o ajuste das práticas de manejo no campo como forma de produzir forragem de bom valor nutritivo, de forma eficiente e mantendo a estrutura dos pastos ao longo do tempo.
- Com base nas características estruturais do dossel e composição morfológica da forragem produzida, a estratégia de pastejo mais indicada para o capim-marandu submetido a pastejo rotativo seria início do pastejo quando o dossel atinge 25 cm de altura ou 95% de IL e término quando uma altura de 15 cm fosse atingida durante o rebaixamento dos pastos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R.P. de. Tecnologia de produção de sementes de espécie do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM - *Brachiaria*, 11., Piracicaba, 1994. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 49-72.

ANDRADE, F.M.E. **Valor nutritivo da forragem e desempenho de bovinos de corte em pastos de *Brachiaria brizantha* cv Marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. 2003. 125 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo: Piracicaba, 2003.

BALSALOBRE, M.A.A. **Valor alimentar do capim Tanzânia irrigado**. 2002. 113 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

BARBOSA, R.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a frequências e intensidades de pastejo**. 2004. 119 p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

BERNARDES, M.S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO , P.R.C.; FERREIRA, S.O ; YAMADA , T.(Ed.) **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba, Associação Brasileira de Pesquisa de Potassa e do Fósforo, 1987, p.13-48.

BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management, **Grass and Forage Science**, Oxford, v.38, p.323-331, 1983.

BRAGA, G.J.; PEDREIRA, C. G. S. Sward structure and herbage yield of rotationally stocked pastures of ‘Marandu’ Palisadegrass [*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf] as affected by herbage allowance. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n.2, p 121-129, 2006.

BRISKE, D.D.; HEITSCHMIDT, R.K. An ecological perspective. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. **Grazing management: An ecological perspective**. Oregon: Timber Press, 1991. p.11-26.

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

BROUGHAM, R.W. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal of Agriculture Research**, Melbourne, v. 7, p. 377-387, 1956.

BROUGHAM, R.M. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v.9, p.39-52, 1957.

BROUGHAM, R.W. The effects of frequency and intensity of grazing on the productivity of productivity of a pasture of short-rotation ryegrass and red and white clover. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 2, p. 1232-1248, 1959.

BROUGHAM, R.W. The effects of frequent hard grazing at different times of the year on the productivity and species yields of a grass-clover pastures. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 3, p.125-136, 1960.

BROWN, R. H.; BLASER, R. E. Leaf area index in pasture growth. **Herbage Abstracts**, Farnham Royal, v. 38, p. 1-9, 1968.

BUENO, A.A.O. **Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. 124 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2003.

CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S.; FAGUNDES, J.L.; CARVALHO, C.A.B.; SBRISIA, A.F.; PINTO, L.F.M.; UEBELE, M.C.; PASSANEZI, M.M.. Pasture and animal responses of Tifton-85 swards grazed by sheep under continuous stocking. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ECOFISIOLOGIA DE PLANTAS FORRAGEIRAS E ECOLOGIA DO PASTEJO, 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba, p. 357-361.

CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; UEBELE, M.C.; CARVALHO, C.A.B.; FAGUNDES, J.L.; SBRISIA, A.F.; PINTO, L.F.M.. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de *Cynodon* spp. submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. In: XXXVII REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2000a, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG, 2000a. 1 CD ROM

CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; CARVALHO, C.A.B.; SBRISIA, A.F.; FAGUNDES, J.L.; PINTO, L.F.M.; PEDREIRA, C.G.S.. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Florakirk (*Cynodon* spp.) submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. **Boletim da Indústria Animal**, N. Odessa, v. 57, n. 1, p. 53-63, 2000b.

CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; FAGUNDES, J.L.; SBRISIA, A.F.; CARVALHO, C.A.B.; PINTO, L.F.M.; PEDREIRA, C.G.S.. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Tifton-85 (*Cynodon* spp) submetidos a regimes de desfolha sob lotação contínua. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 7-15, 2001a.

CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; CARVALHO, C.A.B.; SBRISIA, A.F.; FAGUNDES, J.L.; PINTO, L.F.M.; PEDREIRA, C.G.S.. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Coastcross (*Cynodon* spp.) submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n.6, p. 919-927, 2001b.

CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. 136 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; UEBELE, M.C.; BUENO, F.O.; HODGSON, J.; SILVA, G.N.; MORAIS, J.P.G.. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 40, n. 3, p. 165 -176, 2006.

CARVALHO, C.A.B.; DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; COCO, D.F.; OLIVEIRA, M.F.A.; MORENO, L.S.B.. Tiller dynamics in grazed swards of *Cynodon* spp.. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL “GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY”, 1. 1999, Curitiba, **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p. 344 - 348.

CARVALHO, C.A.B.; DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S.. Demografia do perfilhamento e acúmulo de matéria seca em capim Tifton-85 submetido a pastejo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 591-600, 2000a.

CARVALHO, C.A.B.; DA SILVA, S.C.; CARNEVALLI, R.A.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S.. Perfilhamento e acúmulo de forragem em pastagens de Florakirk manejadas em quatro alturas de pasto. **Boletim da Indústria Animal**, N. Odessa, v. 57, n. 1, p. 39-51, 2000b.

CARVALHO, C.A.B.; DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S.. Demografia do perfilhamento e acúmulo de matéria seca em Coastcross submetido a pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 567-575, 2001a.

CARVALHO, C.A.B.; DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; FAGUNDES, J.L.; CARNEVALLI, R.A.; PINTO, L.F.M.; PEDREIRA, C.G.S.. Carboidratos não estruturais e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. manejadas em quatro alturas de pasto. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 667-674, 2001b.

CARVALHO, P.C.F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. In: JOBIM, C.C.; SANTOS, G.T.; CECATO, U. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1., 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 1997. p. 25-52.

CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.; POLI, C.H.E.C.; MORAES, A.; DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: PEDREIRA, C.G.S.; DA SILVA, S.C. (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 853-871.

CARVALHO, P.C.F. O manejo da pastagem como gerador de ambientes pastoris adequados à produção animal. In: PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C. DE; SILVA, S. C.; FARIA, V. P. (Org.). **Teoria e Prática da Produção Animal em Pastagens**. Piracicaba, 2005, p. 7-32.

CHAPMAN, D.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerston North, **Proceedings...** Palmerston North. 1993. p. 95-104.

COOPER, J. P.; WILSON, D. Variation in photosynthetic rate in *Lolium*. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 11., 1970. Surfers Paradise. **Proceedings...** Surfers Paradise: University of Queensland Press, 1970, p. 522-527.

COOPER, J.P. Physiological and morphological advances for forage improvement In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14., Lexington, 1981. **Proceedings...** Boulder: Westview Press, 1983.

CRUZ, P.; BOVAL, M. Tiller dynamics of grazed swards. In: Lemaire, G. ; Hodgson, J. ; Moraes, A. ; Carvalho, P.C. de F. ; Nabinger, C. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. CAB International, Wallingford, 2002. p.151-168.

DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: FAVORETTO, V.; RODRIGUES, L. R.A; RODRIGUES, T.J.D. (ed.). SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 3., 1997. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV (UNESP)-FUNEP, 1997. p 1-62.

DA SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F. A planta forrageira no sistema de produção. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.71-88.

DA SILVA, S.C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 20., 2003, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 155-186.

DA SILVA, S. C.; Understanding the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species: the basis for planning efficient grazing management practices In: SIMPÓSIO EM ECOFISIOLOGIA DAS PASTAGENS E ECOLOGIA DO PASTEJO, 2., 2004, Curitiba. **Anais....** Curitiba: UFPR, 2004. 1 CD ROM

DA SILVA, S.C.; CARVALHO, P.C.F. Foraging behaviour and herbage intake in the favourable tropics/sub-tropics. In: MCGILLOWAY, D.A. (Org.). **Grassland: a global resource**. Wageningen: Wageningen Academic Publ., 2005. chap. 6, p. 81-95.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR., D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Editora Suprema, 2006, p. 1-42.

DEMMENT, M.W.; LACA, E.A. The grazing ruminant: Models and experimental techniques to relate sward structure and intake. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 7., 1993, Edmonton. **Proceedings...** [S.l. : s.n.], [1993]. p. 439-460.

DIFANTE, G.S. **Desempenho de novilhos, comportamento ingestivo e consumo voluntário em pastagem de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia**. 2005. 74 p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2005.

DONALD, C.M. Competition for light in crops and pastures. In: Milthorpe, F.L. **Mechanisms in biological competition**. University Press, Cambridge, p. 283-313. 1961. (Symposium of the Society for Experimental Biology, 15).

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412 p. (Produção de Informação).

FAGUNDES, J.L.; da SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S.; CARNEVALLI, R.A.; CARVALHO, C.A.B.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M.. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon spp.* sob diferentes intensidades de pastejo. **Scientia agricola**, Piracicaba, v.56, n.4, p.1141-1150, 1999a suplemento.

FAGUNDES, J.L.; da SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S.; CARNEVALLI, R.A.; CARVALHO, C.A.B.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M.. **Efeito de intensidades de pastejo sobre a composição morfológica de pastos de *Cynodon spp.*** **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.4, p.897-908, 1999b suplementar.

FAGUNDES, J.L.; DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S.; SBRISSIA, A.F.; CARVALHO, C.A.B.; CARNEVALLI, R.A.; PINTO, L.F.M.; MOLAN, L.K.; ROLIM, I.N.S.. Light interception and herbage accumulation in Tifton-85 swards grazed by sheep under continuous stocking. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ECOFISIOLOGIA DE PLANTAS FORRAGEIRAS E ECOLOGIA DO PASTEJO, 1999c, Curitiba. **Anais...** Curitiba, UFPR, 1999c, p. 339-343.

FAGUNDES, J.L.; Da SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S.; CARNEVALLI, R.A.; CARVALHO, C.A.B.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M.. Avaliação do índice de área foliar, coeficiente de extinção luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon spp.* sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v.36, n.1, p. 187-195, 2001.

FREITAS, T.M.S. **Dinâmica da produção de forragem, comportamento ingestivo e produção de ovelhas Île de France em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) em resposta a doses de nitrogênio**. 2003. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

GHISI, O.M.A.; PEDREIRA, J.V.S. Características agronômicas das principais *Brachiaria* spp. In: ENCONTRO SOBRE CAPINS DO GÊNERO *Brachiaria*, Nova Odessa, 1986. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1987. p. 19-58.

GILDERSLEEVE, R.R.; OCUMPAUGH, W.R.; QUESENBERRY, K.H.; MOORE, J.E.; Mobgrazing morphologically different *Aeschynomene* species. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 21, n.3, p.123-132, 1987.

GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M. Utilização e manejo de pastagens. In: MATTOS, W.R.S. (Ed.) **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001, p.808-825.

GONÇALVES, A.C. **Características morfogênicas e padrões de desfolhação em pastos de capim-Marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. 2002. 124 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

GRANT, S.A.; BARTHRAM, G.T.; TORVELL, L.; KING, J.; SMITH, H.K. Sward management lamina turnover and tiller population density in continuously stocked *Lolium perenne* – dominated swards. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.38, p.333-344, 1983.

HACK, E. **Variações estruturais e produção de leite na pastagem de capim-Mombaça**. 2004. 48p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

HAY, R.K.M.; WALKER, A.J. **An introduction to the physiology of crop yield**. Essex: Longman Scientific and Technical, 1989. 292p.

HODGSON, J.; BIRCHAM, J.S.; GRANT, S.A.; KING, J.; The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. In: WRIGHT, C.E, **Plant physiology and herbage production**. Massey University: British Grassland Society, 1981, p. 51 – 62.

HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15., Kyoto, 1985. **Proceedings...** Nishi-Nasuno: Japanese Society of Grassland Science, 1985. p. 63-67.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley; Longman Scientific and Technical, Longman, 1990. 203 p.

HUMPHREYS, L.R. Subtropical grass growth: II Effects of variation in leaf area index in the field. **Queenland Journal of Agricultural and Animal Science**, v.23, p.388-358, 1966.

HUMPHREYS, L.R. **Tropical pastures utilization**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. 206p.

KORTE, C.J.; WATKIN, B.R.; HARRIS, W. Use of residual leaf area index and light interception as criteria for spring-grazing management of a ryegrass-dominant pasture. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 25, p.309-319, 1982.

LACA, E.A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: T'MANNETJE, L.; JONES, R.M. (Ed.). **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. New York: CABI, 2000. p.103-122.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue fluxes in grazing plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p. 3-36.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn over and efficiency of herbage utilization. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1. 1999, Curitiba, **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p. 165-183.

LOOMIS, R. S.; WILLIAMS, W. A. Productivity and the morphology of crop stands: patterns with leaves. In: EASTIN, J. D.; HASKINS, F. A.; SULLIVAN, C. Y.; VAN BAVEL, C. H. M. (Ed). **Physiological aspects of crop yield**. Madison: ASA/CSSA/SSA, 1969. p. 27-47.

LOPES, B, A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-mombaça submetido a regimes de desfolhação**. 2006. 188 p.Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2006.

LUPINACCI, A.V. **Reservas orgânicas, índice de área foliar e produção de forragem em *Brachiaria Brizantha* cv. Marandu submetida a intensidades de pastejo por bovinos de corte**. 2002. 160 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MACEDO, M.C.M. Pastagens no Ecossistema Cerrados: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p.28-62.

MATTHEW, C.; CHU, A.C.P. Early summer pasture control: What suits the plant? **Proceedings of the New Zealand Grassland Association**, v.33, p.73-77, 1991.

MATCHES, A.G. Plant response to grazing: a review. **Journal of Production Agriculture**, v.5, n.1, p.1-7, 1992.

MELLO, A. C. L. **Respostas morfofisiológicas do capim-tanzânia (*Panicum maximun* cv Tanzânia) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada**. 2002. 67p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

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

MISLEVY, P.; MOTT, G.O.; MARTIN, F.G. Screening perennial forages by mob-grazing technique. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14., 1983, Lexington. **Proceedings ...** Boulder: Westview Press, 1983. p. 516-519.

MOLAN, L. K. **Estrutura do dossel, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a alturas de pastejo por meio de lotação contínua**. 2004. 159 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MORENO, L.S.B. **Produção de forragem de capins do gênero *Panicum* e modelagem de respostas produtivas e morfofisiológicas em função de variáveis climáticas**. 2004. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2004.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: **Fundamentos do pastejo rotacionado**. (Ed.) PEIXOTO, A.M.; Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 213-252.

NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: PEDREIRA, C.G.S.; DA SILVA, S.C. (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 755-771.

NUNES, S.G.; BOOK, A.; PENTEADO, M.I.O.; GOMES, D.T. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. 2.ed. Campo Grande: EMBRAPA, CNPGC, 1985. 31 p. (EMBRAPA. CNPGC, Documentos, 21).

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 425 p.

PARSONS, A.J. The effects of season and management on the growth of grass swards. In: JONES, M.B.; LAZENBY, A. **The grass crop**: The physiological basis of production. London: Chapman and Hall, 1988. p.129-177.

PARSONS, A.J.; PENNING, P.D. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.43, n.1, p.15-27, 1988.

PALHANO, A.L.; CARVALHO, P.C.F.; DITTRICH, J.R.; MORAES, A.; DA SILVA, S.C.; MONTEIRO, A.L.G.. Padrões de deslocamento e procura por forragem de novilhas leiteiras em pastagem de capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2253 – 2259, 2006.

PEDREIRA, C.G.S.; ROSSETO, F.A.A.; DA SILVA, S.C.; NUSSIO, L.G.; MORENO, L.S.B.; LIMA, M.L.P.; LEME, P.R. Forage yield and grazing efficiency on rotationally pastures of 'Tanzânia - 1' guineagrass and 'Guaçu' elephantgrass. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 5, p. 433 - 439, 2005.

PEDREIRA, B.C. **Interceptação de luz, arquitetura e assimilação de carbono em dosséis de capim xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. Cv. Xaraés] submetidos a estratégias de pastejo rotacionado**. 2006. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

PENATI, M.A. **Estudo do desempenho animal e produção do capim Tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq.) em um sistema rotacionado de pastejo sob irrigação em três níveis de resíduo pós-pastejo**. 2002. 117p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

PINTO, L.F.M.; DA SILVA, S.C.; BARIONI, L.G.; PEDREIRA, C.G.S.; CARNEVALLI, R.A.; SBRISSIA, A.F.; CARVALHO, C.A.B.; FAGUNDES, J.L.; WATANABE, L.H.; MACHADO, F.C.. Herbage accumulation dynamics in grazed swards of *Cynodon* spp.. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL “GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY”, 1. 1999, Curitiba, **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p. 353 - 357.

PINTO, L.F.M.; BARIONI, L.G.; DA SILVA, S.C.. Seasonal patterns of growth and senescence in *Cynodon* spp. cv Tifton 85 grazed swards. In: XIX INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 2001a, São Pedro, **Proceedings...** São Pedro, 2001a, p. 81-82.

PINTO, L.F.M.; DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; CARVALHO, C.A.B.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S.. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de Tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 439-447, 2001b.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; SILVA, N.M. Extraction of phosphorus, potassium, calcium, and magnesium from soils by ion-exchange resin procedure. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 17, n. 5, p. 547-566, 1986.

RENVOIZE, S.A.; CLAYTON, W.D.; SKABUYE, C.H. Morfología, taxonomía y distribución natural de *Brachiaria* (Trin.) Griseb. In: MILLES, J.W.; MASS, B.L.; VALLE, B.C. (Ed.). **Brachiaria: biología, agronomía y mejoramiento**. Cali: CIAT; Campo Grande: EMBRAPA, CNPGC, 1998. cap. 1, p. 1-15.

SANTOS FILHO, L.F. Seed production: perspective from the Brazilian private sector. In: MILES, J.W.; MASS, B.L.; VALLE, C.B. (Ed.). **Brachiaria: biology, agronomy and improvement**. Cali: CIAT; Campo Grande: EMBRAPA, CNPGC, 1996, cap. 9, p.141-146.

SARMENTO, D.O.L. **Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim-marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. 2003. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens), Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2003.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C.; MATTHEW, C.; PEDREIRA, C.G.S.; CARVALHO, C.A.B.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PINTO, L.F.M.; CORTUCCI, M.; RODRIGUES, E.R.. Tiller size/density compensation in grazed swards of *Cynodon* spp.. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL “GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY”, 1. 1999, Curitiba, **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p. 348 - 352.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001. Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p.731-754.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C.; CARVALHO, C.A.B.; CARNEVALLI, R.A.; PINTO, L.F.M.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S.. Tiller size/population density compensation in Coastcross grazed swards. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 655-665, 2001.

SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua**. 2004. 171 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SILVA, A.L.P. **Estrutura do dossel e o comportamento ingestivo de novilhas leiteiras em pastos de capim Mombaça**. 2004. 104 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2004.

SKERMAN, P.J.; RIVEROS, F. Gramíneas tropicales. Roma: FAO, 1992. 832p. (Colección FAO: Producción y protección vegetal, 23)

SOARES FILHO, C. V. Recomendações de espécies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM - *Brachiaria*, 11., Piracicaba, 1994. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 25-49.

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

STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 24, n. 6, p. 821-829, 1973b.

STUTH, J.W. Foraging behaviour. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. **Grazing management: An ecological perspective**. Oregon: Timber Press, 1991. p.85-108.

TRINDADE, J. K. **Modificações na estrutura do pasto e no comportamento ingestivo de bovinos durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotacionado**. 2007. 162p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

VERHANGEN, A.M.W.; WILSON, J.H.; BRITTEN, E.J. Plant production in relation to foliage illumination. **Annals of Botany**, N.S., v.27, n.108, p.626-640, 1963.

VOLTOLINI, T.V. **Adequação protéica em rações com pastagens ou com cana-de-açúcar e efeito de diferentes intervalos entre desfolhas da pastagem de capim Elefante sobre o desempenho lactacional de vacas leiteiras**. 2006. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2006.

WADE, M. H.; CARVALHO, P.C.F. Patterns of defoliation and herbage intake on pastures. In: HODGSON, J.; LEMAIRE, G.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (Ed.). **Grasslands ecophysiology and grazing ecology**. CAB International, 2000. p.233-248.

WARREN WILSON, J. Inclined point quadrat. **New Phytology**, Oxford, v.58, p 92-101, 1960.

WATSON, D.J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**, Oxford, v.11, p. 41-76, 1947.

WILSON, D.B.; MCGUIRE, W.S. Effects of clipping and nitrogen on competition between three pasture species. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 41, p. 631-642, 1961.

WOLEDGE, J. The effect of age and shade on the photosynthesis of White clover leaves. **Annals of Botany**, Oxford, v. 57, n. 2, p 257 – 262, 1985

WOLFINGER, R. “Covariance structure selection in general mixed models”, Communication in statistics – Simulation, 22, p 1079 – 1106, 1993.

ZEFERINO, C.V. **Morfogênese e dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) cv. Marandu] submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte**. 2006. 193 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.