

MANOEL EDUARDO ROZALINO SANTOS

VARIABILIDADE ESPACIAL E DINÂMICA DO ACÚMULO DE
FORRAGEM EM PASTOS DE CAPIM-BRAQUIÁRIA SOB
LOTAÇÃO CONTÍNUA

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S237v
2009

Santos, Manoel Eduardo Rozalino, 1981-
Variabilidade espacial e dinâmica do acúmulo de forragem
em pastos de capim-braquiária sob lotação contínua /
Manoel Eduardo Rozalino Santos. – Viçosa, MG, 2009.
144f. : il (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Dilermando Miranda da Fonseca.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 134-144.

1. Pastagens - Manejo. 2. Capim-braquiária.
3. *Brachiaria decumbens*. 4. Morfogênese. 5. Perfilhação.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 633.208

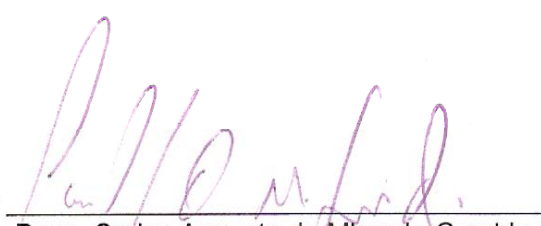
VARIABILIDADE ESPACIAL E DINÂMICA DO ACÚMULO DE FORRAGEM EM PASTOS DE CAPIM-BRAQUIÁRIA SOB LOTAÇÃO CONTÍNUA

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.


APROVADA: 14 de dezembro de 2009.



Prof. Domicio do Nascimento Junior
(Coorientador)



Pesq. Carlos Augusto de Miranda Gomide
(Coorientador)



Pesq. Domingos Savio Queiroz



Prof. André Fischer Sbrissia



Prof. Dilermando Miranda da Fonseca
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida e por ter me conduzido até a realização deste trabalho.

Aos meus pais, Carlos Alberto Ismério dos Santos e Eliana Rozalino Santos, base da minha formação pessoal e exemplo de caráter, união e honestidade, pelo apoio durante todos os momentos.

Ao meu irmão, Carlos Alberto Ismério dos Santos Filho, pela amizade.

À Sidneia Correa Moraes, pelo carinho.

Aos demais familiares, em especial à minha avó Denir Ismério dos Santos, pela preocupação e atenção.

À minha noiva Simone, pela ajuda, carinho, compreensão, paciência e companheirismo.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade da formação profissional e realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão de bolsa de estudo.

Ao Professor Dilermando Miranda da Fonseca, pela confiança, orientação e amizade, meus sinceros agradecimentos.

Ao Professor Domicio do Nascimento Júnior, sempre prestativo, pelas ensinamentos e sugestões durante a elaboração dessa tese.

Ao Doutor Carlos Augusto de Miranda Gomide, pelas críticas construtivas fundamentais para o aprimoramento deste trabalho.

Ao Professor André Fisher Sbrissia, pelas significativas e valiosas contribuições ao trabalho.

Ao Doutor Domingos Sávio de Queiroz, pela análise crítica e criteriosa desse trabalho.

Ao Professor Sila Carneiro da Silva, pela prestatividade e atenção.

Aos demais professores da Universidade Federal de Viçosa, pela contribuição na minha formação profissional.

A todos os colegas que participaram de minha vida acadêmica nesta universidade, pela possibilidade de prolongar nosso agradável convívio durante o curso de doutorado.

Aos amigos de república, Toquinho, Ronaldo e Cleyton, pelo aprendizado em lidar com as diferenças e pelos momentos de diversão.

Ao amigo Virgílio Mesquita Gomes, cuja participação foi vital na condução do experimento.

Aos estagiários e companheiros de trabalho, Guilherme, Ronan, Victor, Roberson, Andreza e Marina, pelo auxílio essencial durante a condução do experimento.

Aos “irmãos de orientação”, Dawson, Luíza, Márcia, Vinícius, Thiago, Jaqueline, Fabrício, Sabrina, e demais colegas do Curso de Pós-Graduação, pelo agradável convívio.

Aos funcionários do Setor Forragicultura da UFV, pela prestatividade nos momentos necessários.

Àqueles que de algum modo contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

MANOEL EDUARDO ROZALINO SANTOS, filho de Carlos Alberto Ismério dos Santos e Eliana Rozalino Santos, nasceu em Cantagalo, Rio de Janeiro, em 10 de janeiro de 1981.

Em dezembro de 2000, formou-se em técnico em Química pela Escola Técnica Federal de Campos (CEFET-CAMPOS), em Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro.

Em julho de 2005, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais.

Em março de 2007, obteve o título de Mestre em Zootecnia, área de Forragicultura e Pastagens, pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais.

Em abril de 2007 iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia, área de Forragicultura e Pastagens, na Federal de Viçosa (UFV), concluindo-o em 14 de dezembro de 2009.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	vii
ABSTRACT	x
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE QUADROS	xvi
LISTA DE TABELAS	xvii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. O capim-braquiária	4
2.2. Ecossistema pastagem	5
2.3. Características morfogênicas	6
2.4. Características estruturais	10
2.5. Padrões demográficos de perfilhamento	11
2.6. Acúmulo de forragem	14
2.7. Variabilidade espacial da vegetação	15
2.8. Novas tendências para o manejo do pastejo	16
2.9. Manejo do pastejo de acordo com a estação do ano.....	19
2.10. Hipóteses	22
2.11. Objetivos	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. EXPERIMENTO 1: Variabilidade espacial da vegetação em pastos de capim-braquiária sob lotação contínua	23
3.2. EXPERIMENTO 2: Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-braquiária sob lotação contínua	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41

4.1. EXPERIMENTO 1: Variabilidade espacial da vegetação em pastos de capim-braquiária sob lotação contínua	41
4.1.1. Variabilidade espacial da vegetação	41
4.1.2. Características morfogênicas e estruturais	43
4.1.3. Composição morfologia de perfilhos individuais	50
4.1.4. Densidade populacional e peso de perfilhos	52
4.1.5. Variação da altura inicial do pasto	57
4.1.6. Massa de forragem e de seus componentes morfológicos	60
4.1.7. Densidade da forragem e de seus componentes morfológicos	64
4.1.8. Interceptação de luz pelo dossel	65
4.2. EXPERIMENTO 2: Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-braquiária sob lotação contínua	67
4.2.1. Características morfogênicas e estruturais.....	67
4.2.2. Dinâmica do perfilhamento e densidade populacional de perfilhos..	80
4.2.3. Dinâmica do acúmulo de forragem	95
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	107
5.1. EXPERIMENTO 1: Variabilidade espacial da vegetação em pastos de capim-braquiária sob lotação contínua	107
5.2. EXPERIMENTO 2: Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-braquiária.....	109
6. PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL	114
7. NECESSIDADE DE PESQUISAS FUTURAS	132
8. CONCLUSÕES	133
9. BIBLIOGRAFIA	134

RESUMO

SANTOS, Manoel Eduardo Rozalino, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2009. **Variabilidade espacial, morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-braquiária**. Orientador: Dilermando Miranda da Fonseca. Co-orientadores: Domicio do Nascimento Júnior e Carlos Augusto de Miranda Gomide.

Foram conduzidos dois experimentos em pastagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (capim-braquiária) pertencente ao Setor de Forragicultura do Departamento de Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, sendo o primeiro realizado entre novembro de 2007 a maio de 2008, com o objetivo de quantificar a variabilidade espacial de pastos de capim-braquiária manejados sob lotação contínua com bovinos. Para isso, foram avaliadas quatro alturas de plantas (10, 20, 30 e 40 cm) no mesmo pasto de capim-braquiária manejado com altura média de 25 cm, o que foi possível devido à natural variabilidade espacial da vegetação. O delineamento foi em blocos ao acaso com duas repetições. Foram determinadas as seguintes variáveis respostas: variação temporal da altura das plantas, massa e densidade volumétrica da forragem e de seus componentes morfológicos, interceptação de luz pelo dossel, densidade populacional e características de perfilhos, e características morfogênicas e estruturais do pasto. O segundo experimento ocorreu de junho de 2008 a março de 2009, período em que foram avaliadas duas estratégias de manejo do pastejo. Em uma, o pasto foi mantido com 25 cm de altura média durante todo o período experimental. A outra correspondeu à manutenção do pasto com 15 cm de altura média durante o inverno, e aumento para 25 cm a partir do início da primavera. Adotou-se o esquema de parcelas subdivididas e o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. As parcelas corresponderam às estratégias de manejo do pastejo, e as subparcelas foram as estações do ano. O número de perfilho, o fluxo de tecidos, a dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem foram quantificados. No primeiro experimento, a variação temporal de planta apresentou resposta linear negativa com a altura do capim-braquiária. De forma linear, as massas de forragem e de seus componentes morfológicos aumentaram e a densidade volumétrica da forragem diminuiu com o

vii

incremento da altura da planta. A interceptação de luz (IL) pelo dossel variou segundo o modelo quadrático, em que as plantas com altura de 10, 20, 30 e 40 cm apresentaram valores de 56,2; 85,2; 93,4 e 96,6% de IL, respectivamente. Os números de perfilhos vegetativos e vivos decresceram linearmente, enquanto que os de perfilhos reprodutivos e mortos incrementaram linearmente com o aumento da altura da planta. A massa dos componentes morfológicos e o peso dos perfilhos também aumentaram de modo linear com o acréscimo da altura da planta. Com relação às características morfogênicas e estruturais dos perfilhos, verificaram-se efeitos lineares, com acréscimos nas taxas de senescência foliar e de alongamento de pseudocolmo, no número de folhas pastejadas e nos comprimentos da lâmina foliar e do pseudocolmo, bem como decréscimo na taxa de aparecimento foliar com o aumento da altura da planta no mesmo pasto. No segundo experimento, o rebaixamento do pasto para 15 cm no inverno resultou em maior taxa de aparecimento foliar (0,02 folha/perfilho.dia) e superior número de folha viva (4,5 folhas por perfilho) no inverno. Todavia, essa estratégia de manejo fez com que, em geral, a duração de vida da folha (66 dias), a taxa de senescência foliar (0,22 cm/perfilho.dia), e os comprimentos da lâmina foliar (11 cm) e do pseudocolmo (15,2 cm) fossem menores nos meses de inverno, em relação ao pasto com 25 cm. Nesta estação, houve inferiores taxas de aparecimento foliar (0,06 folha/perfilho.dia), de alongamento foliar (0,110 cm/perfilho.dia) e de alongamento de pseudocolmo (0,008 cm/perfilho.dia), menores número de folha viva (2,9 folhas por perfilho), comprimentos da lâmina foliar (8,6 cm) e do pseudocolmo (13,5 cm). Por outro lado, a duração de vida da folha (139 dias) e o número de folha morta (2,0 folhas por perfilho) foram superiores no inverno. O maior valor de taxa de senescência foliar ocorreu na primavera (0,40 cm/perfilho.dia). No tocante à dinâmica de perfilhamento do capim-braquiária, a taxa de aparecimento de perfilho (4,7%), o *site filling* (0,103 perfilho/folha), a taxa de mortalidade (4,7%) e o número de perfilho vegetativo (1.620 perfilhos/m²) foram inferiores no inverno. Nesta estação, contudo, a taxa de sobrevivência de perfilho foi superior (95,3%). Dentre as estações, o número de perfilho morto foi menor na primavera (490 perfilhos/m²), enquanto que o número de perfilho reprodutivo foi maior no verão (244 perfilhos/m²). Em comparação aos pastos mantidos com 25 cm, aqueles manejados com 15 cm de altura média no

inverno apresentaram maiores taxas de aparecimento de perfilho (34,2%), *site filling* (0,133 perfilho/folha) e número de perfilho vegetativo (1.852 perfilhos/m²), além de menor número de perfilho morto (566 perfilhos/m²). A diminuição da altura média do pasto para 15 cm no inverno também resultou, quando comparado ao pasto mantido com 25 cm, em maiores taxas de crescimento total (95 kg/ha.dia) e de folha (66,1 kg/ha.dia), assim como superiores taxas de acúmulo total (81,5 kg/ha.dia) e de folha (52,6 kg/ha.dia). A produção acumulada de forragem (do inverno até o verão) foi maior no pasto rebaixado para 15 cm no inverno (25,6 t/ha de MS) em relação ao pasto manejado com 25 cm de altura média (22,2 t/ha de MS). No que tange as estações do ano, no inverno, houve menores taxas de crescimento total (6,4 kg/ha.dia), de folha (5,6 kg/ha.dia) e de pseudocolmo (0,8 kg/ha.dia), e também inferiores taxas de acúmulo total (-6,6 kg/ha.dia) e de folha (-7,5 kg/ha.dia). Já na primavera ocorreu maior taxa de senescência foliar (22,4 kg/ha.dia). Com base nos resultados obtidos, conclui-se que: 1) há variabilidade espacial e temporal da vegetação em pastos de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk manejada sob lotação contínua com bovinos; 2) a estrutura do pasto é modificada pela altura da planta forrageira; 3) o acúmulo de forragem é otimizado quando o pasto de capim-braquiária é rebaixado para 15 cm durante o inverno e, na primavera e verão subseqüentes, a sua altura média é aumentada para 25 cm.

ABSTRACT

SANTOS, Manoel Eduardo Rozalino, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, December 2009. **Spatial variability, morphogenesis and dynamics of the tillering and forage accumulation in signalgrass pastures.** Advisor: Dilermando Miranda da Fonseca. Co-advisors: Domicio do Nascimento Júnior and Carlos Augusto de Miranda Gomide.

Two experiments were performed on *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (signalgrass) pastures belonging to the Setor de Forragicultura do Departamento de Zootecnia at the Universidade Federal de Viçosa. The first one was carried out between November 2007 and May 2008 aiming to quantify the spatial variability of the signalgrass pastures managed under continuous stocking with cattle. For that, four different plant heights (10, 20, 30 and 40 cm) were evaluated on the same signalgrass pasture managed to be 25 cm high, which was possible due to the natural variability of the vegetation. Randomized block design with two repetitions was used. The following variables were determined: temporal variation of the plant height, mass and volumetric density of the forage and its morphological components, canopy interception of light, population density and tiller characteristics, and morphogenic and structural characteristics of the pasture. The second experiment was carried out between June 2008 and March 2009. Within this period, two management strategies were evaluated. In one of them, the pasture was kept to have 25 cm in height throughout the experimental period. In the other one, the pasture was kept to have 15 cm in height during the winter, and 25 cm from the beginning of the spring on. Randomized block design with subdivided plots and 4 repetitions was used. The plots correspond to the management strategies of the pasture, and the subplots to the seasons of the year. Number of tillers, tissue flux, dynamics of tillering, and forage accumulation were quantified. In the first experiment, the temporal variation of the plant height showed negative linear response according to the signalgrass height. The masses of forage and its morphological components increased linearly while the volumetric density of the forage decreased as the plant height increased. Canopy light interception (IL) varied according to the quadratic pattern, that is, plants that were 10, 20, 30 and 40 cm high showed 56.2, 85.2, 93.4 and 96.6% of IL, respectively. The number of vegetative tillers and green tillers decreased linearly while the reproductive

tillers and dead tillers increased linearly as the plant height increase. The mass of the morphological components and the weight of tillers also increased linearly according to the plant height. Regarding the morphogenic and structural characteristics of the tillers, linear effects were observed with additions on the leaf senescence rate, pseudoculm elongation rate, number of grazed leaves, and leaf blade and pseudoculm lengths, as well as a decrease on the leaf appearance rate as the plant height increased in the same pasture. In the second experiment, the lowering of the pasture to 15 cm high in the winter resulted in a higher leaf appearance rate (0.02 leaf/tiller.day) and higher number of green leaves (4.5 leaves per tiller) in the winter. However, this management strategy decreased the duration of leaf life (66 days), senescence leaf rate (0.22 cm/tiller.day), and leaf blade (11 cm) and pseudoculm (15.2 cm) lengths in the winter months, in relation to the pasture kept at 25 cm high. In this season, the rates of leaf appearance (0.06 leaf/tiller.day), leaf elongation (0.110 cm/tiller.day) and pseudoculm elongation (0.008 cm/tiller.day) were lower. The number of green leaves (2.9 leaves per tiller), and leaf blade (8.6 cm) and pseudoculm (13.5 cm) lengths were also lower. On the other hand, leaf life duration (139 days) and number of dead leaves (2.0 leaves per tiller) were higher in the winter. The highest rate of leaf senescence was found in the spring (0.40 cm/tiller.day). As to the dynamics of tillering of signalgrass, the tiller appearance rate (4.7%), the site filling (0.103 tiller/leaf), the mortality rate (4.7%) and the number of vegetative tiller (1.620 tillers/m²), they were all found to be lower in the winter. In this season, however, tiller survival rate was higher (95.3%). Throughout the seasons, the number of dead tiller was lower in the spring (490 tiller/m²), while the number of reproductive tiller was higher in the summer (244 tiller/m²). When comparing the pastures kept at 25 cm high, the ones managed to be 15 cm high in the winter showed higher rates of tiller appearance (34.2%), site filling (0.133 tiller/leaf) and number of vegetative tiller (1852 tiller/m²), besides a lower number of dead tiller (566 tiller/m²). If compared to the pasture kept as 25 cm, lowering the pasture height to 15 cm in the winter also resulted in higher rates of total growth (95 kg/ha.day) and leaf (66.1 kg/ha.day) as well as higher rates of total accumulation (81.5 kg/ha.day) and leaf (52.6 kg/ha.day). The production of accumulated forage (from the winter to the summer) was higher for the pasture lowered to be 15 cm in the winter (25.6

t/ha of dry matter) in relation to the pasture managed to be 25 cm high (22 t/ha of dry matter). When considering the seasons of the year, in the winter, there were lower rates of total growth (6.4 kg/ha.day), leaf growth (5.6 kg/ha.day) and pseudoculm growth (0.8 kg/ha.day), and also lower rates of total accumulation (-6.6 kg/ha.day) and leaf accumulation (-7.5 kg/ha.day), while a higher rate of leaf senescence (22.4 kg/ha.day) was found in the spring. Based on the results found, one may conclude that: (1) there is indeed spatial and temporal variability of the *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk pastures managed under continuous stocking with cattle; (2) the structure of the pasture is modified by the height of the forage plant; (3) the forage accumulation is optimized when the signalgrass pasture is lowered to have 15 cm in height during the winter, 25 cm in the following spring and summer.

LISTA DE FIGURAS

Número	Título	Pág.
Figura 1 -	Modelo conceitual da dinâmica do perfilhamento em pasto de gramínea tropical.	13
Figura 2 -	Processos determinantes da estrutura horizontal do pasto manejado sob lotação contínua.	16
Figura 3 -	Interações entre as ações de manejo do pastejo e as condições ambientais como determinantes e condicionantes do fluxo de tecidos e da estrutura do pasto.	22
Figura 4 -	Croqui da área experimental.	24
Figura 5 -	Instrumento usado para mensurar a altura do pasto: fixada no tubo interno, uma haste metálica (prego) desliza por uma fenda no tubo externo (A); o tubo interno possui escala com divisões de 1 cm (B); contato da haste metálica com as folhas superiores do pasto (C), determinando o critério para mensuração da altura.	25
Figura 6 -	Variabilidade espacial da vegetação em pastos de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk manejada sob lotação contínua com bovinos e altura média de 25 cm.	27
Figura 7 -	Valores médios de altura do pasto de capim-braquiária rebaixado para 15 cm no inverno e mantido com 25 cm durante os demais meses do período experimental.	34
Figura 8 -	Valores médios de altura do pasto de capim-braquiária manejado com altura média de 25 cm durante o período experimental.	35
Figura 9 -	Ripa de madeira usada para localizar os perfilhos de capim-braquiária; em detalhe, perfilho identificado próximo à marcação da ripa.	37
Figura 10 -	Frequência dos valores de altura da planta no pasto de capim-braquiária manejado sob lotação contínua, com bovinos e altura média de 25 cm, durante março a abril de 2008.	41
Figura 11 -	Taxa de aparecimento foliar (A) e filocrono (B) de <i>B. decumbens</i> cv. Basilisk em função da altura (A) da planta no mesmo pasto durante março a abril de 2008.	43
Figura 12 -	Taxa de senescência foliar (A) e duração de vida da folha (B) de <i>B. decumbens</i> cv. Basilisk em função da altura (A) da planta no mesmo pasto durante março a abril de 2008.	44

Figura 13 -	Taxa de alongamento do pseudocolmo (A) e da lâmina foliar (B) de <i>B. decumbens</i> cv. Basilisk em função da altura (A) da planta no pasto durante março a abril de 2008.	46
Figura 14 -	Número de folhas viva (A) e morta (B) em perfilho de <i>B. decumbens</i> cv. Basilisk em função da altura da planta no mesmo pasto durante março a abril de 2008.	47
Figura 15 -	Número de folha pastejada em perfilho de <i>B. decumbens</i> cv. Basilisk em função da altura (A) da planta no mesmo pasto durante março a abril de 2008.	48
Figura 16 -	Comprimento da lâmina foliar (A) e do pseudocolmo (B) em perfilho de <i>B. decumbens</i> cv. Basilisk em função da altura (A) da planta no mesmo pasto durante março a abril de 2008.	49
Figura 17 -	Peso de perfilhos vegetativos (o) e reprodutivos (●) em função da altura (A) da planta no mesmo pasto de capim-braquiária durante março a abril de 2008.	55
Figura 18 -	Compensação entre peso e número de perfilho vegetativo (A) e reprodutivo (B) em plantas de capim-braquiária no mesmo pasto durante março a abril de 2008.	56
Figura 19 -	Variação da altura inicial do pasto em função da altura (A) da planta no pasto de capim-braquiária durante março a abril de 2008.	58
Figura 20 -	Relação entre as massas de lâmina foliar verde e colmo verde (LFV/CV) em função da altura (A) da planta no pasto de capim-braquiária durante março a abril de 2008.	63
Figura 21 -	Interceptação de luz pelo dossel em função da altura (A) da planta no mesmo pasto de capim-braquiária durante março a abril de 2008.	66
Figura 22 -	Estimativa do perfil relativo superior de lâminas foliares em pastos de capim-braquiária manejados sob lotação contínua e com altura fixa (25 cm) ou variável (15 – 25 cm) durante as estações do ano.	79
Figura 23 -	Padrão demográfico do perfilhamento em pasto de capim-braquiária mantido em 25 cm de altura média sob lotação contínua com bovinos.	88
Figura 24 -	Padrão demográfico do perfilhamento em pasto de capim-braquiária mantido em 15 cm de altura no inverno e 25 cm de altura na primavera e verão sob lotação contínua com bovinos.	89

Figura 25 -	Altura dos pastos nos locais das avaliações de dinâmica de perfilhamento do capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com 25 cm de altura média no término do período experimental (março de 2009).	91
Figura 26 -	Participação relativa de perfilhos reprodutivo e vegetativo no pasto de capim-braquiária submetido às estratégias de pastejo em lotação contínua nas estações do ano.	94
Figura 27 -	Participação relativa de perfilhos morto e vivo no pasto de capim-braquiária submetido às estratégias de pastejo em lotação contínua nas estações do ano.	94
Figura 28 -	Participação relativa do crescimento total em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano.	97
Figura 29 -	Participação relativa do pseudocolmo (PRP) no crescimento total em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano.	98
Figura 30 -	Taxa de senescência foliar em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável (A) durante as estações do ano (B).	101
Figura 31 -	Percentual de forragem produzida potencialmente disponível para o consumo em pastos de capim-braquiária manejados sob regimes de lotação contínua.	104
Figura 32 -	Produção de forragem acumulada em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante todo o período experimental.	106
Figura 33 -	Interdependência entre as características morfogênese e as características estruturais do pasto.	109
Figura 34 -	Modelo conceitual do ecossistema pastoril constituído de pasto monoespecífico.	115
Figura 35 -	Participação relativa de categorias de perfilhos quanto à origem de crescimento (A), ao tamanho (B), ao nível de desfolhação (C) e ao estágio de desenvolvimento (D) presentes no mesmo pasto de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk manejado em lotação contínua com bovinos e taxa de lotação variável para manter a altura média do pasto em aproximadamente 25 cm.	119
Figura 36 -	Frequência relativa da altura das plantas no mesmo pasto de capim-braquiária manejado sob lotação contínua com bovinos e com altura média de 25 cm.	121

LISTA DE QUADROS

Número	Título	Pág.
Quadro 1 -	Possíveis conseqüências, em condição de lotação contínua, da manutenção do pasto com altura média alta ou baixa durante o inverno	113
Quadro 2 -	Possibilidades de classificação de perfilhos no mesmo pasto para a formação de grupos morfológicos	120

LISTA DE TABELAS

Número	Título	Pág.
Tabela 1 -	Médias mensais da temperatura média diária, insolação, precipitação pluvial total mensal e evaporação total mensal durante os períodos de novembro de 2007 a maio de 2008	23
Tabela 2 -	Médias mensais da temperatura média diária, insolação, precipitação pluvial total mensal e evaporação total mensal durante os períodos de junho de 2008 a março de 2009	32
Tabela 3 -	Metas de altura do pasto de <i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk durante as estações do ano para as duas estratégias de manejo do pastejo avaliadas no Experimento 2	33
Tabela 4 -	Massa dos componentes morfológicos e relação lâmina foliar viva/colmo vivo de perfilhos individuais em função da altura (A) da planta no mesmo pasto de capim-braquiária durante março a abril de 2008	51
Tabela 5 -	Densidade populacional de perfilho em função da altura (A) da planta no mesmo pasto de capim-braquiária durante março a abril de 2008	53
Tabela 6 -	Massa de forragem e de seus componentes morfológicos (kg/ha de MS) em função da altura (A) da planta no mesmo pasto de capim-braquiária durante março a abril de 2008	60
Tabela 7 -	Densidade volumétrica da forragem e de seus componentes morfológicos (kg/cm.ha de MS) em função da altura (A) da planta no mesmo pasto de capim-braquiária durante março a abril de 2008	64
Tabela 8 -	Taxa de aparecimento foliar e filocrono em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano	67
Tabela 9 -	Taxa de alongamento foliar e taxa de alongamento de pseudocolmo em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano	69
Tabela 10 -	Duração de vida da folha (dia) em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano	70
Tabela 11 -	Taxa de senescência foliar (cm/perfilho.dia) em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano	72
Tabela 12 -	Número de folhas viva e morta em perfilho de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano	75

Tabela 13 -	Número de folhas em expansão e completamente expandida em perfilho de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano	76
Tabela 14 -	Comprimento (cm) da lâmina foliar e do pseudocolmo em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano	78
Tabela 15 -	Taxa de aparecimento de perfilho basal (%) em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano	80
Tabela 16 -	<i>Site filling</i> (perfilho/folha) de perfilho basal em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano	81
Tabela 17 -	Taxa de mortalidade de perfilho basal (%) em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano	82
Tabela 18 -	Balanço entre aparecimento e mortalidade de perfilho em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano	83
Tabela 19 -	Taxa de sobrevivência de perfilho basal (%) em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano	85
Tabela 20 -	Índice de estabilidade em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano	86
Tabela 21 -	Taxa de florescimento de perfilho basal (%) em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano	88
Tabela 22 -	Densidade populacional de perfilhos vegetativo, reprodutivo e morto em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano	92
Tabela 23 -	Taxas de crescimento de folha, de pseudocolmo e total (folha mais pseudocolmo) em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano	95
Tabela 24 -	Taxas de acúmulo de folha e de forragem total (folha mais pseudocolmo) em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano	102

1. INTRODUÇÃO

A importância das pastagens para a pecuária nacional é reconhecida e inquestionável. A predominância de sistemas produtivos baseados na utilização de pastagens deve-se, principalmente, ao menor custo de produção nessas condições. No ambiente pastoril, o próprio animal realiza a colheita da forragem por meio do pastejo e, desse modo, são dispensáveis gastos com mão-de-obra, combustível e maquinário com as operações envolvidas na sua alimentação.

No Brasil, a partir da década de 70, as forrageiras do gênero *Brachiaria* representaram um marco para a pecuária nacional e passaram a ser as mais utilizadas para estabelecimento de pastagens. Atualmente, o gênero *Brachiaria* ocupa cerca de 85 % das áreas de pastagens plantadas no ecossistema cerrado e, nesse cenário, a *B. decumbens* Stapf. participa com aproximadamente 25 % desse total (Macedo, 2005).

Atualmente, em estudos de estratégias de manejo do pastejo com gramíneas tropicais, tem-se contemplado a interface solo-planta por meio de avaliações morfológicas, fisiológicas e ecológicas das plantas forrageiras. Em adição, tem-se estudado a interface planta-animal, visando à criação de estruturas de pastos adequadas para a planta e para o animal. A partir desse conhecimento, tem sido possível fazer recomendações de manejo mais eficientes. Dessa forma, a morfogênese, a estrutura e os padrões demográficos de perfilhamento do pasto, associados à mensuração das respostas dos animais no ambiente pastoril, têm sido fundamentais para a compreensão dos efeitos de ações de manejo do pastejo nos processos intrínsecos ao ecossistema pastagem.

A estrutura do pasto determina as respostas de plantas e animais sob pastejo (Carvalho et al., 2001) e sua criação, manutenção e caracterização é tarefa complexa, devido à sua variabilidade natural, causada, dentre outros fatores, pela desfolhação seletiva dos animais, bem como pelas distintas condições de oferta de recursos tróficos no plano horizontal da pastagem, como fertilidade do solo, disponibilidade hídrica e distribuição das excreções dos ruminantes. Essa inerente

variação espacial da vegetação na pastagem é denominada estrutura horizontal do pasto e tem sido pouco avaliada em condições tropicais.

A adoção de um método específico de pastejo consiste em ação de manejo do pastejo e, nesse sentido, o pastejo em lotação contínua é, provavelmente, o mais empregado nos sistemas de produção de bovinos no Brasil devido à sua facilidade operacional. No entanto, quando comparado à lotação intermitente, menor número de pesquisas sobre o manejo do pastejo com gramíneas tropicais têm sido realizadas em condições de lotação contínua, o que evidencia, de certa forma, um paradoxo entre a realidade do setor pecuário e os objetivos com pesquisa científica nacional na área de forragicultura e pastagens.

Sob lotação contínua, as estratégias de manejo do pastejo fundamentadas em pesquisas científicas foram estudadas, até o momento, com poucas forrageiras tropicais (Fagundes et al., 1999; Pinto et al., 2001; Canto et al., 2008; Flores et al., 2008; Sbrissia & Da Silva, 2008, 2004; Faria, 2009). Em geral, os resultados desses estudos revelaram padrões dinâmicos de acúmulo de forragem semelhantes àqueles descritos, originalmente, para azevém perene (Bircham & Hodgson, 1983). Quase sempre, mostrou-se que, durante a estação de maior crescimento, o acúmulo de forragem em pastos mantidos mais baixos é reduzido devido à sua menor área foliar. Em pastos altos, o acúmulo de forragem também é menor em razão da alta taxa de senescência foliar. Nos pastos com alturas intermediárias, o acúmulo de forragem é praticamente constante e próximo do máximo.

Dessa forma, as amplitudes ou faixas de alturas em que o pasto deve ser mantido a fim de otimizar o acúmulo de forragem precisam ser determinadas e respeitadas para que a pastagem não entre em um processo irreversível de degradação devido ao sobrepastejo, ou para evitar a perda excessiva de forragem em virtude do subpastejo.

Adicionalmente, existem argumentos e hipóteses de que as recomendações de manejo devem ser flexíveis durante o ano. Na grande maioria dos trabalhos em pastos tropicais (Fagundes et al., 1999; Pinto et al., 2001; Sbrissia & Da Silva, 2008; Faria, 2009) constatou-se interação entre as estações do ano e as

estratégias de manejo sobre os processos determinantes da produção de forragem. Assim, infere-se que as estratégias de manejo do pastejo devem ser sazonais para que se consiga obter vantagens em termos de produção de forragem e produtividade animal durante o ano. Ressalta-se, porém, que informações dessa natureza são escassas na literatura científica com gramíneas tropicais manejadas em lotação contínua.

De fato, as condições de clima (insolação, temperatura, precipitação pluvial, etc.) são distintas e específicas em cada estação do ano, o que determina mudanças nos tipos e magnitudes dos processos que ocorrem no pasto, como crescimento, senescência e florescimento, dentre outros. Diante dessa situação, o manejo do pastejo deveria ser contextualizado às estações do ano, pois uma única ação de manejo não seria eficiente e vantajosa sob condições abióticas diferentes. Na verdade, o manejo do pastejo, concebido e idealizado de forma sazonal, consiste em ajuste fino ou aprimoramento das atuais recomendações de manejo, baseadas em valores fixos de alturas médias dos pastos sob lotação contínua.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1- O capim-braquiária

A *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk é conhecida no Brasil como capim-braquiária, mas possui outras denominações regionais, como braquiarinha e decumbens. Neste trabalho, para melhor facilidade de compreensão e padronização, a *B. decumbens* cv. Basilisk será referida como capim-braquiária apenas.

Geralmente, o capim-braquiária possui perfilhos com crescimento decumbente emergindo de touceiras, conferindo-o boa capacidade de cobertura do solo e formação de um denso relvado. Isso faz com que, com frequência, a identificação das touceiras do capim-braquiária seja de difícil visualização no pasto, porque estão muito próximas uma das outras. Dependendo do manejo, a altura da planta pode variar de 0,1 a 1,8 m; seus colmos são geniculados e radicantes, especialmente nos nós inferiores; possuem rizomas pequenos; os entrenós inferiores são curtos e angulosos, tornando-se mais compridos e retilíneos em direção ao ápice do perfilho; a lâmina foliar pode ser linear ou lanceolada; e a inflorescência é racemosa com espiguetas bisseriadas (Valle et al., 2009).

Essa planta forrageira é originária de Uganda, tendo sido levada para a Austrália em 1930 e lá registrada (Mackay, 1982). No início da década de 60, esta cultivar foi introduzida no Brasil pelo Instituto de Pesquisas Internacionais (IRI), em Matão, São Paulo. Atualmente é cultivada em toda a América Tropical, Sudeste Asiático e Pacífico.

Entre 1968 e 1972 houve grande importação pelo Brasil de sementes de *B. decumbens* cv. Basilisk da Austrália, estimulada por programas governamentais de incentivo à formação de pastagens (Euclides et al., 2008). Assim, formou-se um extenso monocultivo nos cerrados brasileiros. Características, tais como boa adaptabilidade aos solos ácidos e de baixa fertilidade natural, fácil multiplicação

por sementes, capacidade de competição com invasoras, excelente flexibilidade ao manejo do pastejo e melhor desempenho animal, quando comparada aos pastos nativos ou naturalizados, explicam a rápida expansão das áreas com capim-braquiária nos trópicos.

Todavia, com o monocultivo do capim-braquiária, começaram a surgir problemas, sendo os principais a susceptibilidade à cigarrinha-das-pastagens, a fotossensibilização e as extensas áreas de pastagens degradadas devido ao manejo inadequado. Neste último caso, o desconhecimento das características fisiológicas, morfológicas e ecológicas do capim-braquiária em resposta aos distintos ambientes e regimes de desfolhação tem sido um dos determinantes do mau uso desse recurso forrageiro e, com efeito, da degradação desses pastos. Por isso, é relevante o conhecimento das características morfogênicas e estruturais, da dinâmica de perfilhamento e do acúmulo de forragem do capim-braquiária submetido ao pastejo.

2.2- Ecossistema pastagem

Em algumas situações, o pasto é considerado como lavoura ou cultura agrícola com o objetivo de salientar para o pecuarista a necessidade de realizar ações primordiais de manejo que garantam a produtividade e a sustentabilidade da pastagem. Contudo, julgar o pasto como cultura agrícola consiste em conceito simplista, se considerarmos a grande complexidade e a dinâmica de interações entre o solo, a planta e o animal. De fato, a pastagem deve ser entendida como um ecossistema, ou seja, um conjunto de organismos vivendo em associação com seu ambiente físico e químico, havendo interdependência entre os vários componentes abióticos e bióticos (Odum, 1971). Este entendimento abrange a complexidade e a interdependência dos processos e fenômenos que ocorrem em sistemas de produção animal em pastagens.

Nos estudos de ecossistemas torna-se fundamental entender a transformação de energia e a ciclagem de nutrientes entre seus componentes

bióticos e abióticos. O “funcionamento” do ecossistema pastagem é caracterizado por fluxos de energia (radiação, calor sensível) e de massa (CO₂, H₂O, N, minerais) entre plantas, solo e atmosfera (Lemaire, 2001), intermediados pelos processos fisiológicos de captação de energia e de nutrientes.

Os ecossistemas de pastagens são bastante complexos, nos quais as plantas forrageiras interagem com os fatores edafoclimáticos e bióticos, o que determinam alterações morfológicas e fisiológicas na planta a fim de assegurar sua perenidade e produtividade. Assim, para a compreensão das respostas de plantas forrageiras em pastejo, é essencial que características morfológicas e ecológicas sejam avaliadas quando da idealização de estratégias de uso das pastagens como recurso produtivo (Da Silva & Pedreira, 1997).

2.3- Características morfogênicas

A morfogênese pode ser definida como a dinâmica de geração (*genesis*) e expansão da forma da planta (*morphos*) no espaço (Chapman & Lemaire, 1993). Esse processo pode ser expresso pelas taxas de aparecimento e de desenvolvimento dos órgãos da planta no decorrer do tempo.

No pasto em crescimento vegetativo, no qual folhas são predominantemente produzidas, a morfogênese pode ser descrita por três características: taxa de aparecimento foliar, taxa de alongamento foliar e duração de vida da folha. Apesar de serem características genéticas, também são influenciadas por variáveis do ambiente, como temperatura (Martuscello et al., 2005), disponibilidade hídrica (Mattos et al., 2005; Silva et al., 2005; Caetano & Dias Filho, 2008) e de nutrientes (Fagundes et al., 2006a; Silva et al., 2009a), bem como pelo manejo da desfolhação (Martuscello et al., 2005; Marcelino et al., 2006).

Inicialmente, o primórdio foliar é todo meristemático, mas logo esta atividade se restringe à sua porção basal, dando origem ao meristema intercalar, que originará a bainha foliar, no sentido basípeto, e a lâmina foliar, no sentido acrópeto. A lâmina foliar cresce até a diferenciação celular da lígula, enquanto que

a bainha foliar, até a sua exposição ou exteriorização, quando se tem a folha adulta ou completamente expandida (Langer, 1972).

A taxa de aparecimento foliar (TApF) é considerada característica principal da morfogênese devido à sua influência nas três características estruturais do pasto, quais sejam, tamanho da folha, número de folha por perfilho e densidade populacional de perfilho (Lemaire & Chapman, 1993). A TApF é expressa como número médio de folhas surgidas em um perfilho por unidade de tempo (Anslow, 1966), e o seu inverso corresponde ao filocrono.

O filocrono permite maior facilidade na compreensão dos dados, pois sua unidade é expressa em número de dias para o surgimento de uma folha. Portanto, pode-se defini-lo como o tempo entre o aparecimento de duas folhas sucessivas em um mesmo perfilho. Durante cada filocrono, o perfilho aumenta um fitômero, unidade básica de desenvolvimento e crescimento do perfilho (Hodgson, 1990), que é constituído de lâmina foliar, lígula, bainha foliar, entrenó, nó e gema lateral (Cruz & Boval, 1999).

Em diversos trabalhos tem-se demonstrado que os efeitos do corte ou do pastejo sobre a TApF estão relacionados com o comprimento da bainha das folhas remanescentes (Duru & Ducrocq, 2000). O maior comprimento da bainha faz com que as folhas novas se localizem mais altas no perfilho. Com isso, a distância percorrida pela folha desde o ponto de conexão com o meristema até a extremidade do pseudocolmo é maior, o que resulta em maior período de alongamento foliar e menor TApF (Skinner & Nelson, 1995). Este padrão de resposta foi encontrado em gramíneas tropicais tais como *Brachiaria decumbens* sob lotação contínua (Grasseli et al., 2000; Braz et al., 2009), onde foi verificado que a TApF reduz com o aumento da altura do pasto.

O aumento da TApF implica em maior quantidade de gemas que, potencialmente, podem originar um novo perfilho. A diferenciação destas gemas em novos perfilhos é denominada *site filling*, conceito importante no estudo da persistência dos pastos (Davies, 1971).

A taxa de alongamento foliar (TAIF) representa o comprimento de lâminas foliares emitidas por um perfilho por unidade de tempo, e apresenta grande amplitude de resposta às condições do meio, como temperatura, luz e disponibilidade hídrica e de nutrientes (Martuscello et al., 2005; Mattos et al., 2005; Fagundes et al., 2006a).

As respostas da TAIF em função de práticas de manejo variam entre espécies e entre cultivares da mesma espécie forrageira (Nabinger & Pontes, 2001). A TAIF correlaciona-se positivamente com a produção de forragem (Horst, 1978) e com a produção por perfilho (Nelson et al., 1977), porém, negativamente, com o número de perfilhos por planta (Jones et al., 1979).

A duração de vida da folha (DVF) representa o período em que, após completa desfolhação, tecidos foliares verdes são acumulados no perfilho individual sem que ocorra perda por senescência (Lemaire & Agnusdei, 2000). Essa variável corresponde ao ponto de equilíbrio entre os processos de crescimento e senescência foliar e tem implicação importante sobre a maneira como o manejo do pastejo deve ser conduzido (Gomide et al., 2006).

A DVF está estreitamente associada à senescência foliar, que determina o término da vida da folha e pode ser expressa em unidades de comprimento foliar que senesce em um perfilho durante o tempo. A senescência foliar resulta em perda de atividade metabólica (Patterson & Moss, 1979) e pode ser influenciada pelo ambiente (Pinto et al., 2001; Fagundes et al., 2006), estágio de desenvolvimento da planta (Santos et al., 2009a) e características inerentes à própria espécie forrageira (Silva et al., 2009a). Adicionalmente, constata-se que a senescência foliar é mais intensa sob condições favoráveis de crescimento, tal como em pastos adubados (Martuscello et al., 2005; Silva et al., 2009a).

Outro fator que afeta a senescência foliar é o manejo do pastejo. Nesse sentido, Cavalcante (2001), trabalhando com *B. decumbens* sob quatro alturas médias de pasto e em quatro épocas, observaram interação da altura do pasto com a época do ano, verificando maior taxa de senescência em pastos com 12,7 cm durante o mês de março. Por outro lado, Sbrissia (2004) observou acréscimo

na senescência foliar da *B. brizantha* cv. Marandu com a redução da intensidade de pastejo sob lotação contínua. A senescência acentuada indica que a colheita da forragem é ineficiente e que seu valor nutritivo é comprometido (Santos et al., 2008) pelo aumento da massa de tecidos mortos no pasto, o que está associado ao menor desempenho animal (Santos et al., 2009b).

A taxa de alongamento de colmo (TAIC) passou a ser considerada mais recentemente no estudo da morfogênese. Nesse sentido, Cândido (2003) propôs modificação no diagrama clássico elaborado por Chapman & Lemaire (1993), que consistiu na inclusão, entre as características morfogênicas, do alongamento de colmo e, entre as estruturais, da relação lâmina:colmo, com o objetivo de entender e caracterizar melhor a estrutura do pasto de gramíneas tropicais.

A taxa de alongamento de colmo consiste no crescimento, em comprimento, do colmo ou pseudocolmo do perfilho por unidade de tempo. Em gramíneas tropicais de crescimento ereto e de maior altura, o alongamento do colmo é acentuado e modifica a estrutura do pasto, porque essas plantas forrageiras possuem geralmente colmo mais espesso e lignificado.

O crescimento do colmo interfere na estrutura do dossel e no equilíbrio do processo de competição por luz (Fagundes et al., 2001). Ademais, o desenvolvimento do colmo contribui com o aumento da produção de forragem, mas, em contrapartida, pode influenciar negativamente o aproveitamento e a qualidade da forragem produzida, bem como o comportamento ingestivo e o consumo de forragem pelos animais (Santos et al., 2004). Atualmente, o manejo do pastejo tem sido a forma mais utilizada para controlar o alongamento do colmo em gramíneas tropicais.

2.4- Características estruturais

As características morfogênicas determinam as características estruturais do pasto: tamanho da folha, número de folha verde por perfilho, densidade populacional de perfilho (Chapman & Lemaire, 1993) e relação folha:colmo (Sbrissia & Da Silva, 2001; Cândido, 2003).

O tamanho da folha é determinado pela relação entre a TApF e TAIF, pois, para um genótipo, o período de alongamento de uma folha é fração constante do intervalo entre o aparecimento de folhas sucessivas (Dale, 1982). Enquanto a TAIF está positivamente correlacionada com o tamanho da folha, a TApF está associada ao menor tamanho das folhas (Nabinger & Pontes, 2001). Outro fator que influencia o tamanho da folha é a bainha foliar, pois quanto maior o comprimento da bainha maior é a duração do alongamento foliar, o que promove maior comprimento da folha (Duru & Ducrocq, 2000).

O tamanho da folha é característica plástica e responsiva à intensidade de desfolhação, o que confere à planta níveis variáveis de resistência ao pastejo (Lemaire & Chapman, 1996). Nesse sentido, locais sobrepastejados do mesmo pasto de *B. decumbens* cv. Basilisk, sob lotação contínua com bovinos, apresentaram perfilhos com folhas menores do que os locais subpastejados (Albino et al., 2009), o que caracteriza estratégia de escape morfológico da *B. decumbens* submetida à desfolhação intensa.

O tamanho da folha também varia com seu nível de inserção no perfilho, de modo que folhas iniciais são menores e se tornam maiores na medida em que o perfilho desenvolve. Quando o perfilho atinge o estágio final de desenvolvimento, volta a produzir lâmina foliar de menor comprimento (Gomide & Gomide, 2000).

Outra característica estrutural de importância para o estudo da morfogênese é o número de folha viva por perfilho, que é constante genotípica, mas varia com as condições de meio e de manejo, tais como disponibilidade hídrica e adubação (Lemaire & Chapman, 1996). Nesse sentido, Fagundes et al. (2006a) verificaram que o número de folha viva por perfilho do capim-braquiária adubado com

nitrogênio variou pouco entre as estações do ano e foi igual a aproximadamente cinco folhas por perfilho.

A relação folha:colmo (RFC) consiste no quociente entre as massas de folha seca e de colmo seco e também é relevante para o conhecimento da estrutura dos pastos tropicais. Variações na RFC modificam o comportamento ingestivo dos ruminantes, bem como o equilíbrio dos processos de competição por luz e, com efeito, o acúmulo de forragem (Sbrissia & Da Silva, 2001).

2.5- Padrões demográficos de perfilhamento

O perfilho corresponde à unidade de crescimento da gramínea forrageira e é constituído de fitômeros diferenciados de um único meristema apical (Briske, 1991). Desse modo, o perfilho consiste em cadeia coordenada de fitômeros em diferentes estádios de desenvolvimento.

Quando bem manejado, o pasto é perene, mas seus perfilhos possuem ciclo de vida limitado e, desse modo, a persistência do pasto depende da capacidade da planta em emitir novos perfilhos para substituir aqueles que morrem (Colvill & Marshall, 1984). Realmente, o número de perfilho no pasto depende do equilíbrio entre as taxas de aparecimento e de mortalidade de perfilhos (Lemaire & Chapman, 1996). Assim, mudanças na densidade populacional de perfilhos ocorrem quando o surgimento de perfilhos é distinto da mortalidade dos perfilhos (Briske, 1991). Adicionalmente, em pastos estabelecidos, cada perfilho necessita formar apenas um outro, durante seu tempo de vida, para manter a população constante (Parsons & Chapman, 2000).

O número de folha formada determina a taxa potencial de aparecimento de perfilho, porque o desenvolvimento do perfilho ocorre a partir do desenvolvimento da gema axilar de cada fitômero (Nelson, 2000). A relação entre o aparecimento de perfilho e o aparecimento de folha é denominada ocupação de sítios e foi a

primeira medida amplamente utilizada para calcular o percentual de gemas existentes que resultava na formação de perfilhos (Davies, 1974).

O potencial de perfilhamento só pode ser atingido quando o índice de área foliar (IAF) do pasto é baixo, pois a ativação das gemas para formação de novos perfilhos depende da quantidade e da qualidade de luz incidente sobre essas gemas (Deregibus et al., 1983). Nesse contexto, em pastos de capim-marandu mantidos com alturas médias de 10, 20, 30 ou 40 cm, sob lotação contínua, houve acréscimos na densidade populacional de perfilhos com a redução da altura do pasto (Sbrissia & Da Silva, 2008). Da mesma forma, em locais do mesmo pasto de *B. decumbens* sob lotação contínua, quanto menor a altura das plantas, maior foi o número de perfilho vegetativo (Silva et al., 2009b).

O padrão dinâmico de variação da densidade populacional de perfilhos no pasto pode ser representado pelo modelo proposto na Figura 1. A intensidade com que os processos de aparecimento, sobrevivência e florescimento de perfilhos ocorrem com o tempo determina o tamanho e o perfil da população de perfilhos (faixa etária e, ou, estágio de desenvolvimento), o que interfere no potencial produtivo, no valor nutritivo da forragem e na competitividade do pasto. Com isso, a estrutura do dossel forrageiro também é modificada, causando variação nas respostas de plantas e animais, além de modificação no ambiente interno no dossel, o que altera os padrões de perfilhamento e, conseqüentemente a densidade populacional de perfilhos, importante característica estrutural dos pastos.

A taxa de aparecimento, juntamente com a taxa de sobrevivência de perfilhos, determina a densidade populacional de plantas na área e influencia a proporção de perfilhos vegetativos de diferentes faixas etárias no pasto, caracterizando a intensidade com que a renovação de plantas ocorre sob condições específicas de manejo. Nesse contexto, a taxa de florescimento também determina a proporção de perfilhos em estágio reprodutivo no pasto.

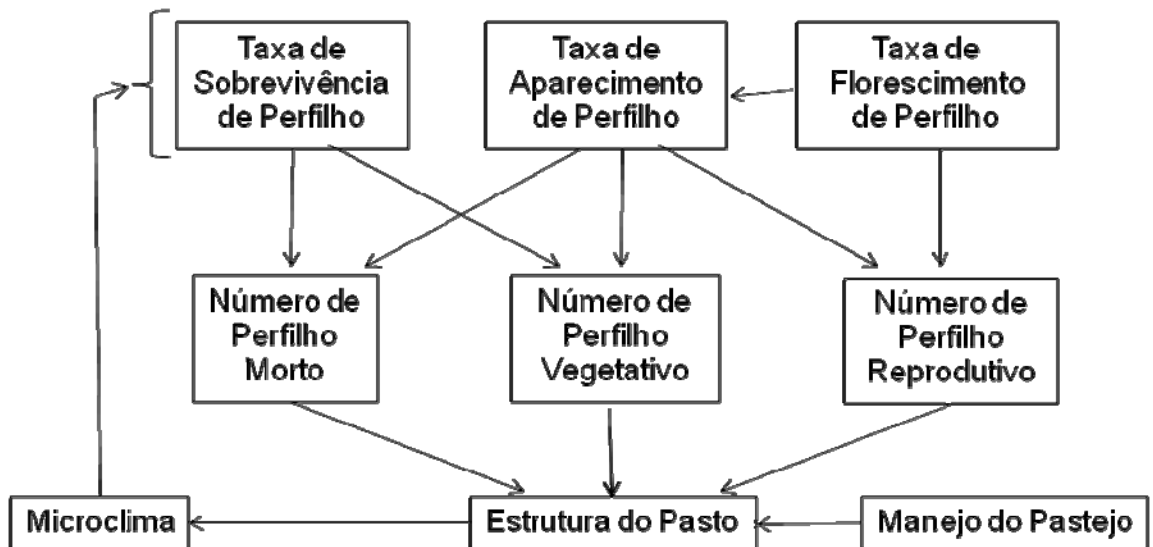


Figura 1 – Modelo conceitual da dinâmica do perfilhamento em pasto de gramínea tropical.

Em pastos de capim-braquiária também é comum o desenvolvimento de novos perfilhos vegetativos a partir do perfilho basal em estágio reprodutivo (Santos et al., 2010). É possível que a maior taxa de alongamento do colmo, comum quando o perfilho inicia sua fase reprodutiva, melhore o ambiente luminoso dentro do dossel, o que pode estimular o perfilhamento. Além disso, provavelmente, o surgimento dos perfilhos vegetativos em perfilhos reprodutivos ocorre após a fase de desenvolvimento da inflorescência, pois, nessa fase, a diferenciação das gemas em perfilhos é suprimida, podendo ser retomada após a emergência da inflorescência (Marshall, 1987).

Observa-se que a taxa de aparecimento de perfilho constitui característica central, uma vez que é determinante do número de perfilhos vegetativos, reprodutivos e mortos no pasto (Figura 1), indicando a importância de se assegurar o perfilhamento contínuo do pasto independentemente do método de pastejo e estratégia de manejo utilizados.

O somatório dos perfilhos vegetativos, reprodutivos e mortos no pasto determina sua estrutura, que pode ser caracterizada, dentre outros atributos, pelo índice de área foliar, altura, composição morfológica e massa de forragem. A

estrutura do pasto também é modificada e controlada pelo manejo do pastejo. Nesse sentido, variações nas características estruturais resultam em alterações no microclima do pasto, o que desencadeiam novas respostas na dinâmica do perfilhamento (Figura 1).

2.6- Acúmulo de forragem

O conhecimento das taxas de aparecimento, alongamento e senescência foliares e de perfilhamento é fundamental para interpretação do acúmulo de forragem em resposta ao clima e aos sistemas de manejo (Hodgson, 1990).

O acúmulo de forragem na planta forrageira ou no pasto tem sido descrito como resultado do balanço entre o crescimento e a senescência dos tecidos (Hodgson, 1990), que ocorrem em perfilhos individuais, porém determinam a produção da comunidade vegetal (Da Silva & Pedreira, 1997). Dessa forma, em um período de tempo, o acúmulo de forragem do pasto manejado com altura média relativamente constante é resultado da diferença entre o aumento bruto em massa, devido à síntese de tecidos, e à diminuição, causada pela senescência de tecidos velhos e pelo consumo de forragem (Bircham & Hodgson, 1983).

Para otimização da produção de forragem em pastagens, tanto em sistemas sob lotação contínua quanto intermitente, o manejo do pastejo deve garantir formação de área foliar necessária para ocorrência da fotossíntese, e, concomitantemente, remover o tecido foliar antes de sua senescência (Parsons, 1988).

A taxa de acúmulo de forragem varia amplamente em função de condições edafoclimáticas e de manejo. Nesse sentido, Pinto et al. (2001) e Sbrissia (2004), avaliando alturas médias dos pastos de capim-tifton 85 e capim-marandu, respectivamente, verificaram que a taxa de acúmulo de forragem apresentou resposta quadrática em função das alturas durante as estações favoráveis ao crescimento do pasto. Em outro trabalho, a taxa de acúmulo de forragem da *B. decumbens* cv. Basilisk, avaliada sob efeitos residuais da adubação nitrogenada,

apresentou padrão estacional, com maiores taxas de acúmulo na primavera e no verão (Fagundes et al., 2005).

2.7- Variabilidade espacial da vegetação

A estrutura do pasto consiste na disposição espacial dos seus componentes morfológicos da parte aérea e pode ser caracterizada pela massa e densidade volumétrica de forragem, interceptação de luz pelo dossel, altura do pasto e índice de área foliar. Essa estrutura é relevante, porque condiciona as respostas de plantas e animais sob pastejo (Carvalho et al., 2001).

Em um mesmo pasto monoespecífico, existe grande amplitude de valores das características descritoras da estrutura do pasto, o que faz com que sua caracterização, de forma detalhada e fidedigna, seja complexa. Essa inerente variação espacial da vegetação na pastagem é denominada estrutura horizontal e é causada, dentre outros fatores, pela desfolhação seletiva dos ruminantes, pela desuniformidade natural na distribuição das fezes e da urina e pelas distintas condições de oferta de recursos tróficos no plano horizontal da pastagem.

Nas pesquisas idealizadas para caracterizar a estrutura dos pastos tropicais considera-se, predominantemente, apenas variações verticais no pasto, ou seja, caracteriza-se somente a forma com as plantas estão dispostas desde o topo até sua parte inferior. Contrariamente, a freqüente variação na estrutura horizontal, que se cria no decorrer do tempo, em geral, não é quantificada. Contudo, a estrutura horizontal do pasto é importante em todas as escalas da interação planta-animal, enquanto que a vertical tem relevância em escalas menores dessa interação (Carvalho et al., 2001).

Além disso, a estrutura do pasto não é estática, sendo constantemente alterada por fatores que causam variações nas taxas de crescimento das plantas e, ou, nos padrões de desfolhação dos ruminantes. Essa dinâmica temporal resulta em modificação da estrutura horizontal do pasto, mesmo naqueles com uma única espécie e manejados com igual critério, como mesma altura média sob

lotação contínua. Desse modo, torna-se importante investigar essa dinâmica e não apenas caracterizar a estrutura média do pasto.

Em condições de pastejo, a estrutura horizontal e a altura média em que o pasto é mantido são conseqüências indissociáveis do balanço entre o consumo e o crescimento do pasto, que não ocorrem de maneira homogênea durante o ano. Em verdade, o consumo ocorre via o pastejo desuniforme dos ruminantes, enquanto que o crescimento é influenciado pela heterogeneidade espacial e temporal dos recursos tróficos na pastagem (Figura 2).

Diante do exposto, um pasto monoespecífico pode ser manejado com mesma altura média durante o ano e, ainda assim, possuir estruturas horizontais distintas em cada época. Esse fato pode ser caracterizado pelo coeficiente de variação dos valores de altura das plantas no pasto (Hirata, 2002; Moreira et al., 2009) e evidencia a complexidade e a dinâmica da estrutura do pasto, que deve ser considerada para idealização de estratégias adequadas de manejo do pastejo.

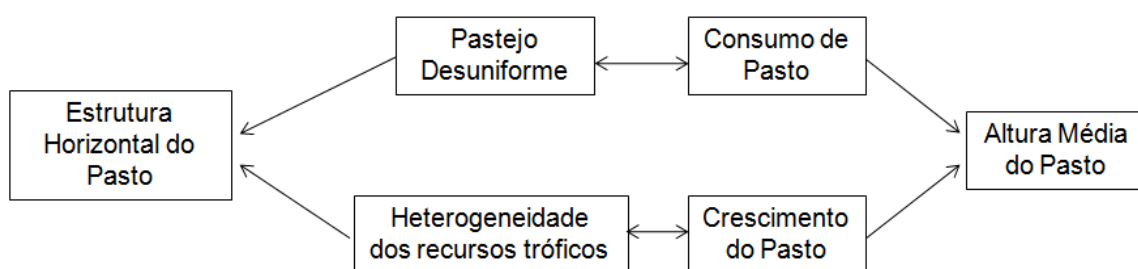


Figura 2 – Processos determinantes da estrutura horizontal do pasto manejado sob lotação contínua.

2.8- Novas tendências para o manejo do pastejo

Muito se discute sobre quais características podem ser controladas e utilizadas para recomendações práticas e eficientes do manejo do pastejo. O uso de variáveis arbitrárias como taxa de lotação e pressão de pastejo não é determinante primário da produção de forragem ou do desempenho animal, uma

vez que seus efeitos são mediados por características estruturais do dossel que, coletivamente, determinam a condição do pasto (Hodgson, 1985).

O manejo do pastejo deve adequar intensidade e frequência de desfolhação. A intensidade de pastejo é o percentual de forragem removida pelo animal durante o pastejo, e a frequência diz respeito ao número de desfolhação que ocorre no perfilho em um período (Fonseca et al., 2008).

Em sistemas de pastejo com lotação contínua, a taxa de lotação define, concomitantemente, a frequência e a intensidade de pastejo. Nessa condição, qualquer redução na produção de tecido foliar, como aquela causada por fatores abióticos restritivos ao crescimento, determina decréscimo na taxa de lotação, caso o objetivo seja manter a mesma condição média do pasto. Isso, por sua vez, resulta em redução na eficiência de pastejo (Nabinger, 1997), especialmente se for necessário retirar todos os animais da pastagem em épocas com condições ambientais limitantes ao crescimento da planta.

Para definição de práticas adequadas de manejo do pastejo, tem se buscado manter os pastos em determinada(s) condição(ões) que permitem melhorar as respostas produtivas da planta forrageira, bem como otimizar o comportamento ingestivo, o consumo e o desempenho dos animais (Hodgson & Da Silva, 2002). Nesse contexto, é relevante considerar a existência de uma amplitude de condições do pasto nas quais é possível obter semelhante acúmulo de forragem sob lotação contínua (Birchan & Hodgson, 1983). Estas condições dos pastos devem ser conhecidas para as distintas gramíneas tropicais utilizadas nos sistemas pastoris e, ademais, devem ser compatíveis com o perfil do sistema de produção para permitir flexibilidade no manejo (Hodgson, 1990).

Com base nas premissas anteriores, metas de condição do pasto, tais como altura média a ser mantida quando o pasto é manejado em lotação contínua, têm sido geradas pela pesquisa nacional nos últimos anos e têm contribuído para nortear o manejo do pastejo de algumas gramíneas tropicais (Fagundes et al., 1999; Pinto et al., 2001; Canto et al., 2008; Flores et al., 2008; Sbrissia & Da Silva, 2008; Faria, 2009).

As alturas do pasto sob lotação contínua, nas quais o acúmulo de forragem é próximo do seu máximo e relativamente constante, pode ser interpretada como leitura atual dos conceitos definidos por Mott (1960). Segundo este autor, a amplitude de utilização do pasto que permite um equilíbrio entre o ganho por animal e o ganho por unidade de área, resultando dessa forma em maior produção por área, seria considerada a pressão de pastejo ótima. Esta determina a capacidade de suporte da pastagem, ou seja, a taxa de lotação a ser utilizada para manter a pastagem na sua pressão de pastejo ótima. Todavia, o critério de manejo baseado na pressão de pastejo ótima é subjetivo, o que o torna variável entre os pesquisadores (Gomide & Gomide, 2001).

As metas de condição do pasto a serem mantidas quando o mesmo é manejado sob lotação contínua foram estabelecidas para as forrageiras do gênero *Cynodon* (Tifton 85, Florakirk e Coastcross) e para a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. As gramíneas do gênero *Cynodon* foram estudadas mantendo-se os pastos nas alturas de 5, 10, 15 e 20 cm e utilizando ovinos (Fagundes et al., 1999; Pinto et al., 2001). O capim-marandu também foi manejado em diferentes alturas (10, 20, 30 e 40 cm), porém utilizando bovinos em crescimento (Gonçalves, 2002; Andrade, 2003; Molan, 2004; Sbrissia & Da Silva, 2008). Para o *Cynodon* sp., uma amplitude de condições de pasto variando de 10 a 20 cm de altura do dossel forrageiro apresentou valores altos e relativamente constantes de taxa de acúmulo de forragem, enquanto que, para o capim-marandu, padrão similar ocorreu naqueles pastos mantidos entre 20 e 40 cm de altura (Da Silva & Corsi, 2003).

Experimento semelhante ao realizado com o capim-marandu foi desenvolvido, primeiramente, com a *B. decumbens* cv. Basilisk (Grasselli et al., 2000). Nesse estudo, procurou-se manter a condição dos pastos nas alturas de 10, 15, 20 e 25 cm, a fim de avaliar as características morfogênicas, estruturais e o acúmulo de forragem. Contudo, as alturas almejadas não foram, de fato, implementadas e, desse modo, não resultaram em substanciais alterações nas características avaliadas. Mesmo assim, os autores concluíram que a máxima produção de forragem ocorre em altura superior a 22 cm. Da mesma forma, Cavalcante et al. (2002), em trabalho similar ao de Grasselli et al. (2000), com *B.*

decumbens, concluíram que a maior produção de forragem ocorreu no pasto com altura de 21,6 cm. A partir desses resultados, segundo Gomide (2006), pode-se admitir, como recomendável, a faixa de altura entre 20 e 30 cm para o pasto de *B. decumbens* manejado em lotação contínua.

De fato, em recente trabalho com *B. decumbens* cv. Basilisk manejada em lotação contínua com bovinos e taxa de lotação variável para manter os pastos nas alturas médias de 10, 20, 30 e 40 cm durante todo o período experimental, verificou-se que, com exceção do inverno, as maiores taxas de acúmulo de forragem ocorreram entre as alturas de 20 e 30 cm, o que pode ser indicativo de que a recomendação prática de manejo em lotação contínua do capim-braquiária possa estar nessa faixa de alturas. Ademais, o pasto de *B. decumbens*, em lotação contínua, com 23 cm resultou em maior produtividade por área (Faria, 2009).

Em alguns trabalhos em que foram avaliadas estratégias de manejo do pastejo de gramíneas forrageiras tropicais sob lotação contínua, as avaliações das condições dos pastos ocorreram apenas durante a estação chuvosa (Canto et al., 2008). Em outros experimentos, em que os pastos manejados em lotação contínua foram avaliados durante mais tempo, os tratamentos (alturas médias dos pastos) foram constantes durante o período experimental (Fagundes et al., 1999; Pinto et al., 2001; Flores et al., 2008; Sbrissia & Da Silva, 2008, Faria, 2009). Entretanto, existem evidências do benefício de alterar o manejo do pastejo conforme a estação do ano (Sbrissia & Da Silva, 2008; Faria, 2009).

2.9- Manejo do pastejo de acordo com a estação do ano

As alturas dos pastos devem ser ajustadas em função da estação do ano e do estágio fenológico da planta forrageira. Nesse sentido, em pastos mantidos mais baixos em determinados períodos, é possível diminuir o alongamento de colmos em perfilhos reprodutivos (Pinto et al., 2001), evitando redução no valor nutritivo da forragem e decréscimo na produtividade dos pastos, uma vez que

quando o perfilho entra em reprodução cessa a emissão de novas folhas (Maxwell & Treacher, 1987).

Outro ponto importante diz respeito às interações entre as estratégias de desfolhação e as estações do ano. Realmente, Molan (2004), em condição de lotação contínua com bovinos, observou interação entre altura média do capim-marandu e época do ano sobre as características produtivas do pasto. Nesse estudo, durante o verão e final da primavera, os pastos mais altos acumularam mais forragem do que pastos mantidos mais baixos, com o inverso ocorrendo durante os meses do outono, inverno e início de primavera. Adicionalmente, na primavera, os pastos mantidos mais baixos durante o inverno apresentaram recuperação da produção de forragem mais precocemente que pastos mantidos mais altos. Estes estabeleceram elevados valores de produção mais tardiamente, somente no final da primavera.

Sbrissia (2004) estudou a dinâmica de perfilhos em pastos de capim-marandu manejados sob lotação contínua e quatro alturas médias (10, 20, 30 ou 40 cm). Durante o verão, nos pastos mantidos a 10 cm, a sobrevivência dos perfilhos foi muito baixa, o que poderia comprometer a persistência e produtividade do pasto. De maneira contrária, nos períodos de outono e inverno, a sobrevivência de perfilhos foi alta nestes pastos. Dessa maneira, há fortes evidências de que pastos de capim-marandu tenham exigências sazonais no que diz respeito ao manejo do pastejo (Sbrissia & Da Silva, 2008).

Os resultados descritos anteriormente indicam que, provavelmente, as estratégias de manejo do pastejo devem ser baseadas em combinações de alturas dos pastos durante o ano. Nesse sentido, é possível atingir altas produções de forragem mantendo-se os pastos altos em épocas com fatores ambientais favoráveis ao crescimento e, por outro lado, manejando os mesmos pastos com menor altura média quando a disponibilidade desses fatores for limitante (Andrade, 2003; Molan, 2004, Sbrissia & Da Silva, 2008; Faria, 2009).

Quando fatores restritivos à produção de forragem (principalmente disponibilidade de água, radiação solar e temperatura) ocorrem, os pastos mais

altos são prejudicados, pois sua maior biomassa e superfície de perda de água por evapotranspiração exigem maior disponibilidade de recursos, resultando em altas taxas respiratórias e, conseqüentemente, senescência, justificando os valores negativos de acúmulo de forragem comumente verificados nessas condições (Sbrissia, 2004).

A maior ocorrência de tecido morto em pastos mantidos mais altos no inverno pode impedir a passagem e a chegada da luz nos extratos inferiores do pasto. Pouca luz próximo ao nível do solo pode impedir o aparecimento de perfilhos, gerando redução na densidade populacional, o que certamente resulta em recuperação mais lenta destes pastos após o restabelecimento das condições ambientais favoráveis na primavera (Andrade, 2003).

O fato é que as ações de manejo do pastejo interagem com as condições ambientais para determinar o fluxo de tecidos e, conseqüentemente, a estrutura do pasto (Figura 3). Com base nessa premissa, Andrade (2003) sugeriu que futuras pesquisas devem ser conduzidas considerando-se alterações na condição do pasto ao longo do ano para usufruir das vantagens que cada estrutura do pasto pode proporcionar. Talvez, utilizando maior altura de pasto durante o período de maior crescimento, rebaixando-a durante o outono/inverno e deixando-a voltar à condição inicial na próxima estação das águas (primavera e verão), pode ser estratégia para aumentar a produção de forragem. Contudo, vale salientar que esta hipótese ainda não foi testada em pastos tropicais manejados com lotação contínua, mas apenas em pastos tropicais sob lotação intermitente (Montagner, 2007).

Diante do exposto, existe a necessidade de realizar trabalhos em pastagens abrangendo várias estações do ano. A estação precedente influencia a condição ou estrutura do pasto na(s) estação(ões) posterior(es), o que limita muito a extrapolação de dados obtidos em apenas uma estação de crescimento, sem descrições anteriores ou subseqüentes (Andrade, 2003).

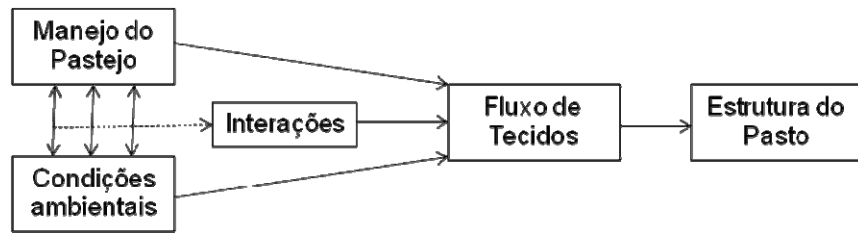


Figura 3 – Interações entre as ações de manejo do pastejo e as condições ambientais como determinantes e condicionantes do fluxo de tecidos e da estrutura do pasto.

2.10. Hipóteses

Existe variabilidade espacial e temporal da vegetação em pasto de capim-braquiária manejado sob lotação contínua com bovinos e mantido com altura média constante;

Ações de manejo empregadas em uma estação do ano influenciam a morfogênese, o perfilhamento e a produção de forragem do pasto na estação seguinte;

O manejo do pastejo específico para cada estação do ano resulta em aumento na produção de forragem e em melhoria na estrutura do pasto.

2.11. Objetivos

Caracterizar a estrutura horizontal do capim-braquiária mantido com altura média constante e manejado sob lotação contínua com bovinos;

Avaliar o fluxo de tecidos do pasto de capim-braquiária manejado em lotação contínua nas estações do ano;

Verificar os efeitos do manejo do pastejo diferenciado nas estações do ano sobre a produção de forragem e as características do pasto sob lotação contínua.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. EXPERIMENTO 1: Variabilidade espacial da vegetação em pastos de capim-braquiária sob lotação contínua

O experimento foi realizado de novembro de 2007 a abril de 2008 no Setor de Forragicultura do Departamento de Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), localizada em Viçosa, Minas Gerais. As coordenadas geográficas aproximadas do local do experimento são 20°45' de latitude Sul e 42°51' de longitude Oeste e a altitude é de 651 m.

O clima da região de Viçosa, de acordo com o sistema de Köppen (1948), é do tipo Cwa, com precipitação anual em torno de 1.340 mm e umidade relativa do ar média de 80%. As temperaturas médias máxima e mínima são de 22,1 e 15°C. Os dados climáticos registrados durante o período experimental foram obtidos na estação meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, situada a cerca de 500 m da área experimental (Tabela 1).

Tabela 1 – Médias mensais da temperatura média diária, insolação, precipitação pluvial total mensal e evaporação total mensal durante novembro de 2007 a maio de 2008

Mês	Temperatura média do ar (°C)	Insolação (hora/dia)	Precipitação pluvial (mm)	Evaporação (mm)
Novembro/2007	21,9	4,9	52,6	87,7
Dezembro/2007	22,9	10,7	175,7	92,4
Janeiro/2008	21,6	8,2	219,5	43,6
Fevereiro/2008	22,7	8,5	112,7	67,1
Março/2008	22,0	6,1	239,2	67,8
Abril/2008	21,5	6,4	62,6	55,5

Para a condução do experimento, foi utilizada parte da área de uma pastagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (capim-braquiária), estabelecida em Latossolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa e relevo medianamente

ondulado (Embrapa, 1999). O capim-braquiária restabeleceu naturalmente nessa área em 1997, após o plantio e avaliação do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) (Silva et al., 1994). Desde 1997, essa pastagem vem sendo utilizada para desenvolvimento de projetos de pesquisa e, antes da implementação desse experimento, a pastagem já se encontrava dividida em oito piquetes, de 0,25 a 0,40 ha, além de uma área de reserva, totalizando aproximadamente 3,0 ha (Figura 4).

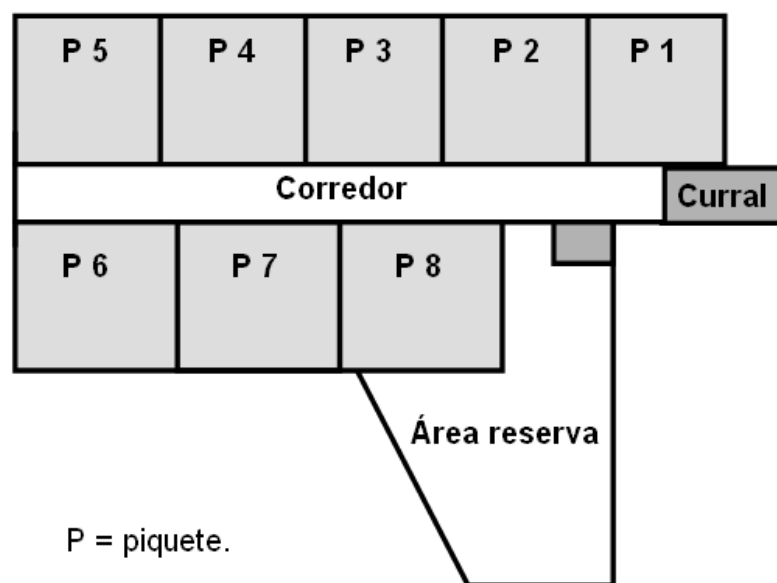


Figura 4 - Croqui da área experimental.

Em junho de 2007, foi encerrado um experimento na área, em que os pastos de capim-braquiária foram manejados com quatro alturas médias (10, 20, 30 ou 40 cm) durante 18 meses (Faria, 2009). Dessa forma, houve acentuado efeito residual nos pastos de capim-braquiária após o término desse experimento, devido às adaptações morfológicas da forrageira em resposta ao manejo do pastejo previamente usado. Com isso, foi necessário adotar um período de adaptação de cinco meses (de junho a novembro de 2007) nos pastos sob a nova condição de manejo do pastejo proposta no presente trabalho.

Durante o período de adaptação e mesmo a partir de novembro de 2007, quando tiveram início as avaliações no experimento, todos os piquetes foram

manejados sob lotação contínua com taxa de lotação variável para manter a altura média do pasto em cerca de 25 cm.

O monitoramento das alturas dos pastos foi realizado por meio de medidas em 50 pontos de cada piquete, utilizando-se instrumento construído com dois tubos de PVC, um no interior do outro. O tubo interno possui escala com divisões de 1 cm e uma haste fixa e metálica (prego) que desliza ao longo de uma fenda no tubo externo. O critério para a mensuração da altura do pasto correspondeu à distância desde a superfície do solo até as folhas localizadas na parte superior do dossel (Figura 5). Durante a primavera e o verão, as medidas das alturas dos pastos ocorreram duas vezes por semana, enquanto que no outono a frequência dessas medições foi reduzida para uma vez por semana.

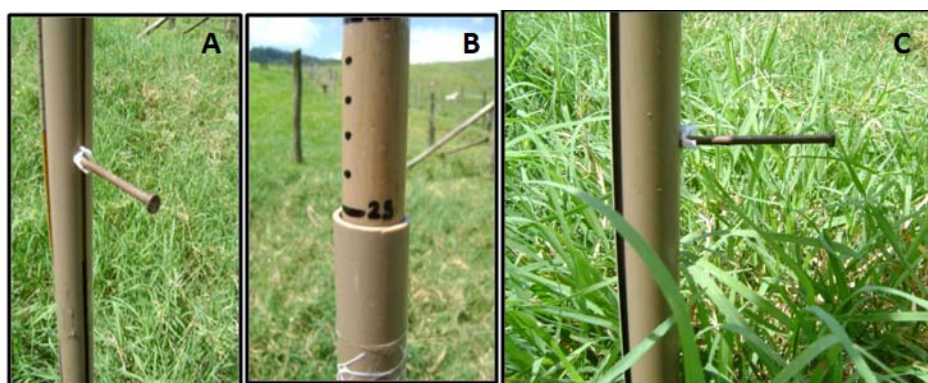


Figura 5 – Instrumento usado para mensurar a altura do pasto: fixada no tubo interno, uma haste metálica (prego) desliza por uma fenda no tubo externo (A); o tubo interno possui escala com divisões de 1 cm (B); contato da haste metálica com as folhas superiores do pasto (C), determinando o critério para mensuração da altura.

Bovinos com cerca de 200 kg de peso corporal, pertencentes ao Setor de Forragicultura, foram retirados ou colocados nos piquetes quando as alturas dos pastos estavam abaixo ou acima, respectivamente, do valor almejado (25 cm).

A análise química do solo foi realizada no início de novembro de 2007, na camada 0-20 cm de profundidade e apresentou os seguintes resultados: pH em H₂O: 5,1; P: 2,9 (Mehlich-1) e K: 85 mg/dm³; Ca²⁺: 2,05; Mg²⁺: 0,45 e Al³⁺: 0,19 cmol/dm³ (KCl 1 mol/L). De posse desses resultados e para a manutenção da

fertilidade do solo, fez-se a adubação fosfatada, em cobertura, no dia 16 de janeiro de 2008, com a aplicação de 70 kg/ha de P_2O_5 , na forma de superfosfato simples, em toda pastagem. A adubação nitrogenada, na forma de uréia, foi realizada em três aplicações de 50 kg/ha de N, ao final da tarde, nos dias 16/01/2008, 26/02/2008 e 07/04/2008.

No início de janeiro de 2008, o pasto de capim-braquiária foi infestado pela lagarta *Mocis latipes*, o que impediu a realização e continuidade das avaliações em campo, que haviam iniciado em meados de dezembro de 2007. Com a infestação da lagarta, retiraram-se os animais dos piquetes e fez-se aplicação do inseticida do grupo piretróide (Decis 25EC) na dose de 200 mL/ha. Os piquetes foram novamente utilizados, sob pastejo e seguindo o mesmo manejo anterior, somente a partir de fevereiro de 2008. Em razão da diminuição do crescimento do pasto, no fim de maio de 2008, foram retirados os animais de todas as unidades experimentais. Isso foi necessário para a manutenção da altura média dos pastos em 25 cm.

Durante os meses de fevereiro a abril de 2008, foram avaliadas quatro alturas de plantas (10, 20, 30 ou 40 cm) no mesmo pasto de capim-braquiária, as quais constituíram os tratamentos. Essas avaliações foram possíveis devido à variabilidade espacial natural da vegetação existente nos pastos manejados com altura média de 25 cm (Figura 6). O delineamento foi em blocos ao acaso com duas repetições. Nesse experimento, utilizaram-se apenas dois piquetes da pastagem (P1 e P8 da Figura 4) para a realização das avaliações, os quais constituíram os blocos. Cada local avaliado, com plantas de diferentes alturas dentro de cada piquete, correspondeu à unidade experimental.



Figura 6 – Variabilidade espacial da vegetação, com destaque para as alturas das plantas avaliadas em pastos de capim-braquiária manejados sob lotação contínua com bovinos e altura média de 25 cm.

Para a determinação da variação da altura das plantas nos pastos, foram marcados, usando-se pequenas estacas de madeira, 24 pontos por piquete, sendo seis pontos marcados em cada local do pasto avaliado (com plantas de 10, 20, 30 ou 40 cm de altura). Esses pontos foram marcados em locais dos piquetes que não apresentavam indícios de deposição de fezes. No dia da marcação, as plantas tiveram suas alturas medidas utilizando-se régua graduada. Após cerca de 30 dias, que correspondeu ao ciclo de avaliação, foi mensurada novamente a altura das plantas nesses locais. A variação na altura das plantas que inicialmente mediam 10, 20, 30 ou 40 cm foi calculada pela diferença entre a altura no último e no primeiro dia do ciclo de avaliação. Dois ciclos de avaliação foram realizados durante os meses de março e abril de 2008, totalizando dois meses de estudo. Em cada ciclo de avaliação, um novo grupo de 24 pontos por piquete era marcado.

Durante os meses fevereiro a abril de 2008 e em intervalos de cerca de 30 dias, a massa de forragem e de seus componentes morfológicos foram determinadas com a identificação de doze locais por piquete, sendo três deles

correspondentes à cada tratamento (plantas com 10, 20, 30 ou 40 cm). Nesses locais, foram colhidos, ao nível do solo, todos os perfilhos contidos no interior de um quadrado de 0,16 m². Cada amostra foi acondicionada em saco plástico identificado e, no laboratório, pesada e subdividida em duas partes. Uma das subamostras foi pesada, acondicionada em saco de papel e colocada em estufa com ventilação forçada, a 65°C, durante 72 horas, quando novamente foi pesada. A outra subamostra foi separada em lâmina foliar verde (LFV), colmo verde (CV) e material morto (MM). A inflorescência e a bainha foliar verdes foram incorporadas à fração CV. A parte da lâmina foliar que não apresentava sinais de senescência foi incorporada à fração LFV. As partes senescentes e mortas, tanto do colmo como da lâmina foliar, foram incorporadas à fração MM. Após a separação, os componentes das plantas de capim-braquiária foram pesados e secos em estufa de circulação forçada a 65°C, por 72 horas. O somatório das massas de LFV e CV correspondeu à massa de forragem verde (FV). Também se estimou a relação LFV/CV pela divisão da massa de LFV pela massa de CV.

As densidades volumétricas da forragem e de seus componentes morfológicos, expressas em kg/cm.ha de MS, foram calculadas pela divisão das massas de forragem e de seus componentes morfológicos, respectivamente, pela altura das plantas em cada local do pasto.

A interceptação luminosa foi mensurada com o analisador de dossel – AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, Model PAR 80 (DECAGON Devices). Em cada piquete e para cada altura de planta avaliada (10, 20, 30 ou 40 cm), foram escolhidos cinco locais para realização das leituras, na proporção de uma medida acima para cinco medidas abaixo do dossel. No total, foram realizadas 20 leituras acima do dossel e 100 leituras ao nível do solo por piquete e em cada mês de avaliação (fevereiro a abril de 2008).

De fevereiro a abril de 2008 e a cada 30 dias, também foi quantificada a densidade populacional de perfilhos por meio da colheita de 12 amostras por piquete, sendo três amostras oriundas de cada local (10, 20, 30 ou 40 cm). Foram colhidos, ao nível do solo, todos os perfilhos contidos no interior de um quadrado de 0,25 m de lado. Esses perfilhos foram acondicionados em sacos plásticos e,

em seguida, levados para o laboratório, onde foram classificados e quantificados. Os perfilhos vivos com inflorescência foram classificados como reprodutivos; os vivos que não tinham inflorescência foram denominados de vegetativos; e aqueles cujo colmo estava totalmente necrosado foram classificados como mortos. O somatório dos perfilhos vegetativos e reprodutivos correspondeu aos perfilhos vivos. A soma dos perfilhos vivos e mortos foi denominada de perfilhos totais.

Nas mesmas datas de avaliações e em cada piquete, também foram colhidas duas amostras nos quatro locais do mesmo pasto (10, 20, 30 ou 40 cm), sendo uma constituída de 50 perfilhos vegetativos e a outra, de 50 perfilhos reprodutivos. Cada amostra foi separada manualmente em lâmina foliar viva, lâmina foliar morta e colmo vivo. A região da lâmina foliar que não apresentava sinais de senescência foi incorporada à fração lâmina foliar verde. A região da lâmina foliar com amarelecimento e, ou, necrosamento foi incorporada à fração lâmina foliar morta. As subamostras dos componentes morfológicos de cada categoria de perfilho foram acondicionadas em sacos de papel identificados. Estes foram levados à estufa de ventilação forçada, a 65°C, por 72 horas e, em seguida, pesados. Com esses dados, calculou-se a massa dos componentes morfológicos e o peso unitário de cada categoria de perfilho.

As características morfogenéticas dos perfilhos de capim-braquiária foram avaliadas em locais do pasto onde, inicialmente, as plantas mediam 10, 20, 30 ou 40 cm. Em cada piquete, foram marcados 16 perfilhos por meio de arame revestido de plástico colorido, sendo quatro perfilhos identificados em cada local do pasto. Para identificação dos perfilhos, além do arame colorido, utilizaram-se também hastes metálicas fixadas ao solo, próximo do perfilho marcado. No ápice de cada haste metálica havia um plástico colorido para facilitar sua visualização. A partir do início de março (03/03/2008) até o fim de abril (30/04/2008) foram avaliados dois ciclos de coleta de dados, de aproximadamente quatro semanas. Em cada ciclo, novo grupo de perfilhos foi selecionado para avaliação.

Com o auxílio de uma régua graduada, foram efetuadas, duas vezes por semana, medições do comprimento das lâminas foliares e do pseudocolmo dos perfilhos marcados. O comprimento das folhas expandidas foi medido desde a

ponta da folha até sua lígula. No caso de folhas em expansão, o mesmo procedimento foi adotado, porém considerou-se a lígula da última folha expandida como referencial de mensuração. Para folhas em senescência, o comprimento correspondeu à distância entre o ponto até onde o processo de senescência avançou até a lígula da folha (medição da porção verde da lâmina foliar). O tamanho do colmo correspondeu à distância desde a superfície do solo até a lígula da folha mais jovem completamente expandida. A partir dessas informações foram calculadas as variáveis:

Taxa de aparecimento foliar: número de folhas surgidas por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação;

Filocrono: inverso da taxa de aparecimento foliar;

Taxa de alongamento foliar: somatório de todo alongamento de lâmina foliar por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação;

Taxa de alongamento de colmo: somatório de todo alongamento do colmo e, ou, pseudocolmo por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação;

Duração de vida da folha (DVF): estimada pela equação $DVF = NFV \times \text{Filocrono}$ (Lemaire & Chapman, 1996), em que NFV corresponde ao número de folha viva por perfilho;

Taxa de senescência foliar: variação média e negativa no comprimento da lâmina foliar, resultado da diminuição da porção verde da lâmina foliar, dividido pelo número de dias do período de avaliação;

Número de folha pastejada por perfilho: número médio de folhas por perfilho com remoção parcial ou total da lâmina foliar;

Número de folha viva por perfilho (NFV): número médio de folhas por perfilho completamente expandidas, incluindo as folhas parcialmente pastejadas e em início do processo de senescência (menos de 50% da lâmina foliar senescente);

Número de folha morta por perfilho: número médio de folhas por perfilho com mais de 50% da lâmina foliar senescente;

Comprimento final da lâmina foliar: comprimento médio de todas as folhas vivas, completamente expandidas e não pastejada no perfilho;

Comprimento do pseudocolmo: comprimento médio dos pseudocolmos.

Os valores das características morfogênicas e estruturais foram calculados e expressos como a média dos dois ciclos de avaliação.

As análises dos dados experimentais foram feitas usando o Sistema para Análises Estatísticas - SAEG, versão 8.1 (Universidade Federal de Viçosa, 2003). Para cada característica, foi realizada a análise de variância e, posteriormente, análise de regressão, cujos modelos que melhor se ajustaram aos dados foram o linear e o quadrático.

Para avaliação das massas dos componentes morfológicos dos perfilhos, adotou-se o esquema de parcela subdividida e, neste caso, as plantas de distintas alturas no pasto corresponderam às parcelas e as categorias de perfilhos (vegetativo ou reprodutivo), às sub-parcelas. A comparação entre as categorias de perfilhos foi feita pelo teste de F.

Também foram ajustadas equações de regressão entre o número e o peso de perfilhos. Para isso, avaliou-se o coeficiente de determinação e a significância dos coeficientes de regressão, testados pelo teste t.

Todas as análises estatísticas foram realizadas ao nível de significância de até 10% de probabilidade.

Para visualização da variação espacial da vegetação no pasto, foram gerados gráficos de frequência relativa dos valores pontuais de altura durante todo o período experimental. Para isso, todas as 50 medidas pontuais de altura das plantas em cada piquete foram registradas durante os procedimentos de controle da altura média dos pastos. Posteriormente, esses valores pontuais de alturas foram estratificados nas seguintes classes: até 4,9 cm; de 5,0 a 14,9 cm; de 15,0 a 24,9 cm; de 25,0 a 34,9 cm; de 35,0 a 44,9; e acima de 45,0 cm. Cada classe de altura foi representada graficamente por meio da sua frequência relativa nos dois piquetes e durante todo o período experimental.

3.2. EXPERIMENTO 2: Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-braquiária sob lotação contínua

O experimento foi realizado de junho de 2008 a março de 2009 no Setor de Forragicultura do Departamento de Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), localizada em Viçosa, Minas Gerais. A mesma pastagem de *B. decumbens* cv. Basilisk descrita no Experimento 1 (Figura 4) foi usada, porém, no presente experimento, todos os piquetes foram utilizados para as avaliações.

Os dados climáticos registrados durante o período experimental foram obtidos na estação meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, situada a cerca de 500 m da área experimental (Tabela 2).

Tabela 2 – Médias mensais da temperatura média diária, insolação, precipitação pluvial total mensal e evaporação total mensal durante junho de 2008 a março de 2009

Mês	Temperatura média do ar (°C)	Insolação (hora/dia)	Precipitação pluvial (mm)	Evaporação (mm)
Junho/2008	16,7	6,2	12,7	55,9
Julho/2008	15,4	8,2	10,2	73,9
Agosto/2008	16,7	7,3	15,4	87,1
Setembro/2008	18,7	4,4	150,0	101,5
Outubro/2008	21,6	5,6	41,4	89,0
Novembro/2008	21,0	3,7	223,8	65,8
Dezembro/2009	21,3	11,1	626,0	270,8
Janeiro/2009	22,5	13,2	250,7	137,0
Fevereiro/2009	23,0	6,6	222,5	63,3
Março/2009	22,8	5,8	231,9	60,1

Foram avaliadas duas estratégias de manejo do pastejo. Em uma, o pasto foi mantido com 25 cm de altura média durante todo o período experimental. A outra

correspondeu à manutenção do pasto em 15 cm de altura média durante o inverno, com aumento para 25 cm a partir do início da primavera (Tabela 3).

Tabela 3 – Metas de altura do pasto de capim-braquiária durante as estações do ano para as duas estratégias de manejo do pastejo avaliadas

Estratégia de manejo	Estação do ano		
	Inverno/08	Primavera/08	Verão/09
25 cm	25 cm	25 cm	25 cm
15 - 25 cm	15 cm	25 cm	25 cm

Adotou-se o esquema de parcelas subdivididas e o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. As estratégias de manejo do pastejo corresponderam ao fator primário (parcela), caracterizadas pelas alturas médias em que os pastos foram mantidos sob lotação contínua durante as estações do ano (inverno, primavera e verão). Estas últimas corresponderam ao fator secundário (subparcela) e consistiram de medidas ao longo do período experimental.

O critério utilizado para definição dos blocos foi a variação de relevo existente na área experimental (Figura 4). Dessa forma, cada bloco foi constituído de dois piquetes (unidades experimentais), quais sejam:

Bloco I: piquetes 1 (25 cm) e 2 (15 – 25 cm);

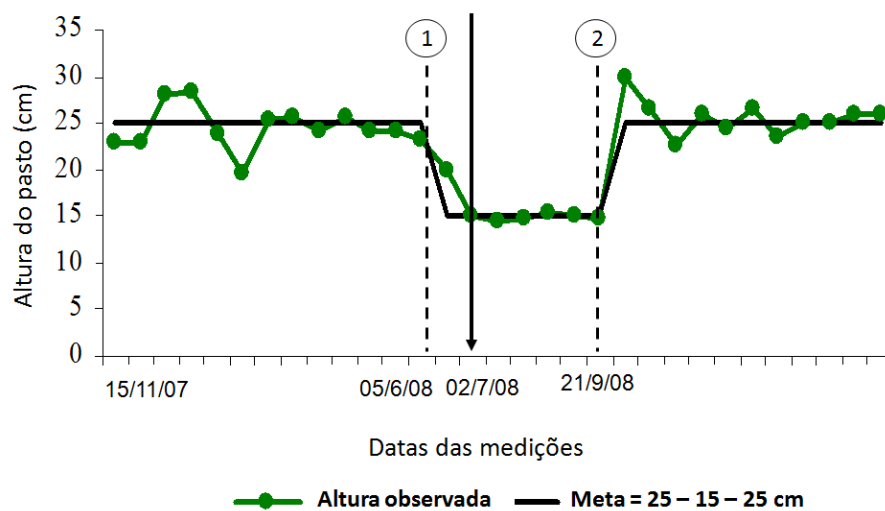
Bloco II: piquetes 7 (25 cm) e 3 (15 – 25 cm);

Bloco III: piquetes 5 (25 cm) e 4 (15 – 25 cm);

Bloco IV: piquetes 8 (25 cm) e 6 (15 – 25 cm).

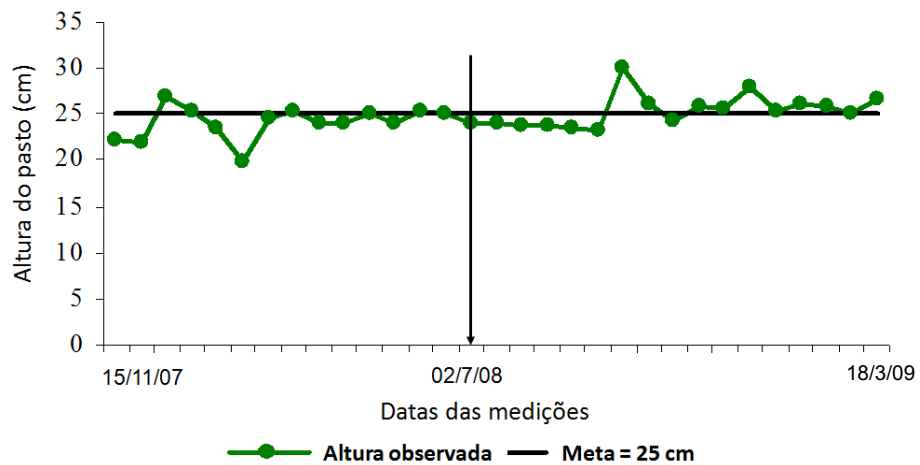
Desde junho de 2007, os oito piquetes da área experimental vinham sendo manejados sob lotação contínua com taxa de lotação variável para manter a altura média do pasto em 25 cm. Dessa forma, para a implementação dos tratamentos, em meados de junho de 2008, os quatro piquetes descritos anteriormente tiveram a altura média do pasto rebaixada para 15 cm. Para isso, aumentou-se a taxa de

lotação nos mesmos, utilizando-se bovinos em recria com peso médio de aproximadamente 200 kg. Assim, conseguiu-se que, em um período de cerca de 15 dias, as metas de alturas almejadas (15 cm) fossem alcançadas (Figura 7). Por outro lado, os outros quatros piquetes permaneceram com o pasto em cerca de 25 cm de altura média (Figura 8), com ausência de animais desde maio de 2008. Somente a partir do início de outubro de 2008, todos os piquetes voltaram a ser utilizados, concomitantemente, com animais, e os pastos foram manejados sob lotação contínua e taxa de lotação variável para manter sua altura média em aproximadamente 25 cm.



As linhas 1 e 2 indicam o início do rebaixamento e do aumento na altura média dos pastos, respectivamente; A seta indica o início do período de avaliação.

Figura 7 - Valores médios de altura do pasto de capim-braquiária rebaixado para 15 cm no inverno e mantido com 25 cm durante os demais meses do período experimental.



A seta indica o início do período de avaliação.

Figura 8 - Valores médios de altura do pasto de capim-braquiária manejado com altura média de 25 cm durante o período experimental.

O monitoramento da altura dos pastos nos piquetes foi realizado de forma semelhante àquela descrita no Experimento 1. Para o controle da altura do pasto, foi empregada a taxa de lotação variável e utilizados bezerros mestiços com cerca de 200 kg de peso corporal, pertencentes ao Setor de Forragicultura.

O manejo da adubação foi feito com base na análise química do solo realizada em outubro de 2008, que apresentou os seguintes resultados: pH em H₂O: 4,79; P: 1,5 (Mehlich-1) e K: 86 mg/dm³; Ca²⁺: 1,46; Mg²⁺: 0,32 e Al³⁺: 0,19 cmol_c/dm³ (KCl 1 mol/L). Foi realizada adubação em toda área experimental com a aplicação de 100 kg/ha de N e K₂O, bem como 25 kg/ha de P₂O₅, usando o formulado 20-05-20. Essas doses foram divididas em duas aplicações iguais, que ocorreram nos dias 11/11/2008 e 15/12/2008.

Em intervalos de 28 dias e a partir de 02/07/2008, a densidade populacional de perfilhos foi determinada pela colheita de três amostras por piquete em locais do pasto que representavam sua condição média. Foram colhidos, ao nível do solo, todos os perfilhos contidos no interior de um quadrado de 0,25 m de lado. Esses perfilhos foram acondicionados em sacos plásticos e, em seguida, levados para o laboratório, onde foram classificados e quantificados em perfilhos vegetativos, reprodutivos, vivos e mortos, de maneira semelhante à descrita no Experimento 1.

Na primeira semana de julho de 2008 iniciaram as avaliações da dinâmica do perfilhamento, cujo término ocorreu na primeira semana de março de 2009. Para isso, em cada unidade experimental, foram delimitados três locais, com área de 0,0625 m², representativos da condição média inicial do pasto. Esses locais foram demarcados utilizando-se moldura metálica pintada na cor branca e com formato de um quadrado de 25 cm de lado. Esta moldura foi fixada ao solo por meio de dois grampos metálicos e não foi removida até o término do experimento. No início da avaliação, todos os perfilhos dentro das molduras, foram contados e marcados com arame liso revestido de plástico colorido. A partir daí, a cada 30 dias, todos perfilhos foram novamente contados e os perfilhos novos foram marcados com arame de cor diferente para identificar as novas gerações. Os perfilhos mortos tiveram seus arames de identificação retirados. Considerou-se perfilho morto aquele desaparecido, seco ou em estágio avançado de senescência.

Com esses dados, calcularam-se as taxas de aparecimento de perfilho (TApP), de mortalidade de perfilho (TMoP), de sobrevivência de perfilho (TSoP) e de florescimento de perfilho (TFloP), de acordo com Carvalho et al. (2000). Também foi calculado, pela subtração das variáveis, o balanço entre as taxas aparecimento e de mortalidade de perfilho em cada estação do ano. Adicionalmente, a partir dos dados originais de contagem de perfilhos foram geradas, mensalmente, curvas de variação mensal no número das gerações de perfilhos nos pastos.

O cálculo do índice de estabilidade da população de perfilhos foi feito pela equação $P_f/P_i = TSoP(1 + TApP)$, sendo que P_f/P_i corresponde à população atual ou final de perfilhos (P_f) expressa como percentual da população original ou inicial de perfilhos (P_i) em um determinado período de avaliação qualquer (Sbrissia, 2004). Para o cálculo do índice de estabilidade, utilizaram-se valores decimais de TSoP e TApP.

O *site filling* foi calculado como a relação entre a taxa de aparecimento de perfilhos e a taxa de aparecimento de folhas (Davies & Thomas, 1983), sendo esta última obtida pelo estudo da morfogênese, conforme descrito a seguir.

Desde o início de julho de 2008 até o fim de março de 2009, as características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária foram avaliadas em 16 perfilhos por unidade experimental. A escolha dos perfilhos foi feita com o auxílio de uma ripa de madeira com 1 metro de comprimento, graduada a cada 20 centímetros. As ripas (quatro por piquete) foram alocadas em locais da unidade experimental representativos da condição do pasto e sua localização foi demarcada com o uso de duas estacas de madeira em suas extremidades para facilitar sua identificação. Para cada ripa, foram selecionados quatro perfilhos, espaçados a cada 20 centímetros, e identificados por meio de anel plástico colorido (Figura 9). A cada ciclo de coleta de dados, de no mínimo quatro semanas, um novo grupo de perfilhos era selecionado em outros locais do pasto também representativos da sua condição média.

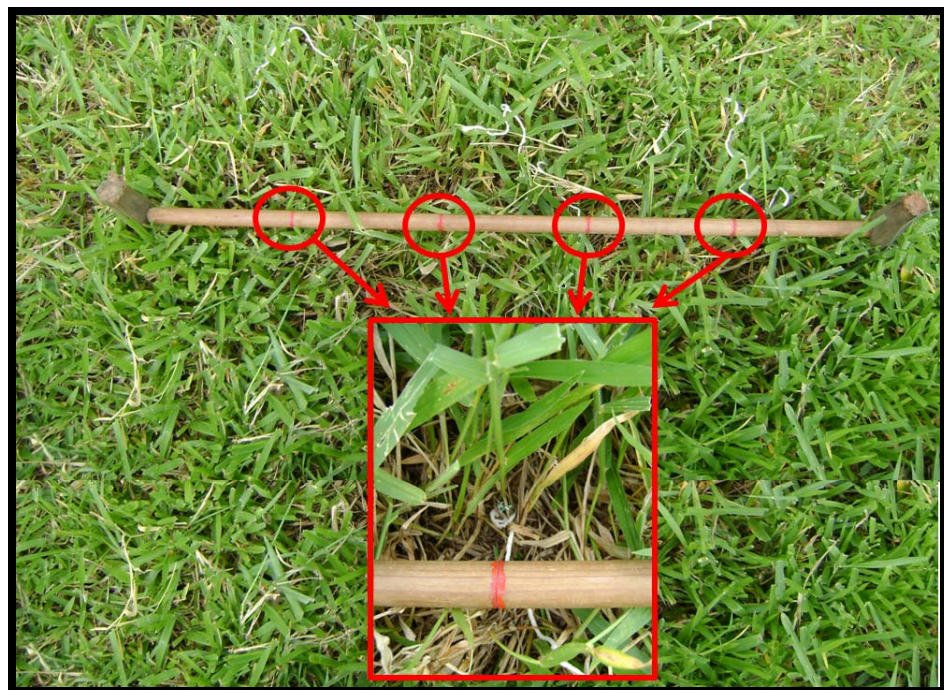


Figura 9 – Ripa de madeira usada para localizar os perfilhos de capim-braquiária; em detalhe, perfilho identificado próximo à marcação da ripa.

Com o auxílio de uma régua graduada, foram efetuadas medições do comprimento das lâminas foliares e dos pseudocolmos dos perfilhos marcados, duas vezes por semana na primavera e verão, e uma vez por semana no inverno, anotando-se os valores em planilhas previamente preparadas. O critério usado para realizar essas mensurações foram os mesmos descritos no Experimento 1.

A partir dessas informações foram calculadas, de maneira similar àquela descrita no Experimento 1, as seguintes variáveis: taxa de aparecimento foliar, filocrono, taxa de alongamento foliar, taxa de alongamento de pseudocolmo, taxa de senescência foliar, duração de vida da folha, número de folhas vivas por perfilho, número de folhas mortas por perfilho, comprimento da lâmina foliar e comprimento do pseudocolmo. Além dessas características, também foram determinadas as demais:

Número de folhas em expansão por perfilho: número médio de folhas em alongamento por perfilho, cuja lígula ainda não estava exteriorizada;

Número de folhas expandidas por perfilho: número médio de folhas por perfilho, cuja lígula já estava exteriorizada;

Com o objetivo de expressar as taxas de crescimento e de senescência de lâminas foliares e pseudocolmos em kg/ha.dia de matéria seca, foram gerados fatores de conversão. Para isso, no último dia de cada período de avaliação da morfogênese, todos os perfilhos foram colhidos ao nível da superfície do solo, colocados em sacos plásticos identificados e levados imediatamente ao laboratório. Os perfilhos tiveram os comprimentos das lâminas foliares e dos pseudocolmos medidos de forma similar àquela realizada no campo. Posteriormente, todas as lâminas foliares e os pseudocolmos (pseudocolmos mais bainhas) foram separados manualmente, agrupados de acordo com o piquete de origem e levados à estufa a 65°C por 72 horas.

Após a secagem, os componentes morfológicos foram pesados e suas massas, divididas pelos seus respectivos comprimentos totais. Assim, obtiveram-se os fatores de conversão (em mg/mm) utilizados para transformar os valores

obtidos com as leituras realizadas no campo (que eram expressos em cm/perfilho.dia) para a unidade de mg/perfilho.dia.

Com a multiplicação dos valores de crescimento e senescência de lâminas foliares e pseudocolmos, expressos em mg/perfilho.dia, pela densidade populacional média de perfilho vivo (perfilho/ha) em cada unidade experimental, foi possível obter as taxas (em kg/ha.dia):

Taxa de crescimento de folha: aumento diário da massa de lâmina foliar por unidade de área;

Taxa de crescimento de pseudocolmo: aumento diário da massa de pseudocolmo por unidade de área;

Taxa de crescimento total: somatório das taxas de crescimento de folha e de pseudocolmo;

Taxa de senescência de folha: massa diária de lâmina foliar que senesceu por unidade de área;

Taxa de acúmulo de folha: diferença entre as taxas de crescimento e senescência de folha;

Taxa de acúmulo total: somatório das taxas de crescimento de pseudocolmo e da taxa de acúmulo de folha.

O acúmulo de forragem durante todo o período experimental foi obtido pelo somatório dos acúmulos de forragem em cada estação do ano. Estes, por sua vez, foram calculados pela multiplicação entre as taxas diárias de acúmulo total por estação e a duração da respectiva estação do ano.

Para análise dos dados, primeiramente, foi realizada uma análise simples das médias das variáveis respostas para identificar os meses onde seus padrões de variações foram similares. Com base nisso, os resultados foram agrupados em função das estações do ano, da seguinte maneira:

Inverno: julho, agosto e setembro de 2008;

Primavera: outubro, novembro e dezembro de 2008;

Verão: janeiro, fevereiro e março de 2009.

Apenas para a variável taxa de florescimento de perfilho não foi efetuada análise estatística, uma vez que um número muito grande de valores iguais a zero foi registrado neste tipo de avaliação.

As análises dos dados experimentais foram feitas usando o Sistema para Análises Estatísticas - SAEG, versão 8.1 (Universidade Federal de Viçosa, 2003). Para cada característica, procedeu-se à análise de variância em delineamento de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com o objetivo de desdobrar a soma de quadrados de tratamentos nas partes devido a cada fator e na parte devido à interação entre os fatores.

Quando a interação entre os fatores não foi significativa, realizou-se a comparação entre as médias marginais dos níveis do fator primário (estratégia de manejo do pastejo) ou secundário (estação do ano), de acordo com a significância dos mesmos. Quando a interação entre os fatores foi significativa, procedeu-se à comparação dos níveis de um fator em separado para cada nível do outro fator. As médias do fator primário foram comparadas pelo teste F, enquanto que as do fator secundário, pelo teste de Tukey.

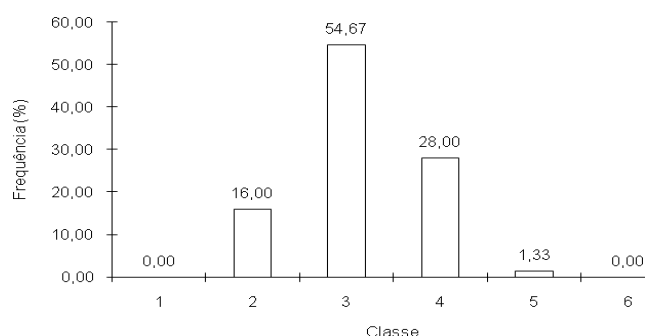
Todas as análises estatísticas foram realizadas ao nível de significância de até 10% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. EXPERIMENTO 1: Variabilidade espacial da vegetação em pastos de capim-braquiária sob lotação contínua

4.1.1. Variabilidade espacial da vegetação

A variabilidade espacial da altura da planta no pasto de capim-braquiária pode ser expressa pela frequência relativa de seus valores, agrupados em classes (Figura 10). Nesse sentido, as classes de altura 2, 3 e 4, correspondentes aos valores de 5,0 a 14,9 cm, de 15,0 a 24,9 cm e de 25,0 a 34,9 cm, respectivamente, foram mais frequentes. Por outro lado, a participação de plantas com alturas inferiores a 4,9 cm (classe 1) ou superiores a 35,0 cm (classes 5 e 6) foi ínfima.



Classes de altura: 1 = até 4,9 cm; 2 = de 5,0 a 14,9 cm; 3 = de 15,0 a 24,9 cm; 4 = de 25,0 a 34,9 cm; 5 = de 35,0 a 44,9; 6 = acima de 45,0 cm.

Figura 10 – Frequência dos valores de altura da planta no pasto de capim-braquiária manejado sob lotação contínua, com bovinos e altura média de 25 cm, durante março a abril de 2008.

A existência de classes de alturas no pasto de capim-braquiária, por si só, caracteriza a variabilidade espacial da vegetação ou a estrutura horizontal do pasto (Barthram et al., 2005), mesmo que este tenha sido manejado com altura média e constante de 25 cm durante o período experimental. A vegetação na pastagem é espacialmente heterogênea e, mesmo em dosséis monoespecíficos,

existe grande amplitude de condições no que diz respeito à altura do pasto (Hirata, 2002).

Em outros trabalhos de pesquisa com o capim-braquiária, manejado em lotação contínua e mantido com altura média relativamente fixa, também se verificaram variabilidade dos valores de altura do pasto (Gomide et al., 2002; Moreira et al., 2009). Isso ocorreu, dentre outros fatores, porque os bovinos não pastejam de forma uniforme, ou seja, existem locais pastejados mais intensamente do que outros em um mesmo pasto. O próprio manejo em lotação contínua, quando comparado à lotação intermitente, possibilita maior ocorrência de desuniformidade de pastejo (Maraschin, 1994).

Outros fatores que podem explicar a heterogeneidade do pasto são os gradientes de fertilidade e de umidade do solo na pastagem. De fato, as distintas condições de oferta de recursos tróficos no plano horizontal também resultam em variação espacial da vegetação (Carvalho et al., 2001). Em geral, nas áreas de maiores fertilidade e umidade, a forrageira cresce mais rápido e, desse modo, possui maior altura, enquanto que nas áreas de baixa fertilidade e com menor disponibilidade hídrica, padrão de resposta contrário tende a ocorrer.

Nesse trabalho, mesmo adotando o delineamento em blocos para controle da variação existente no relevo da área experimental, os piquetes apresentavam certa declividade. Como geralmente existe significativa associação entre relevo e fertilidade do solo, bem como entre relevo e umidade do solo, é provável que áreas do piquete localizadas nos locais mais altos possuíssem baixa fertilidade e menor disponibilidade hídrica, quando comparadas às áreas nas regiões mais baixas; e isso certamente afetou o desenvolvimento da planta de forma diferenciada, contribuindo para a variação espacial da vegetação.

Pode-se inferir também que a variabilidade espacial dos valores de altura do pasto resulta em microclimas diferenciados (temperatura, ventilação, luminosidade, etc.) no pasto que, certamente, irão influenciar de forma heterogênea processos intrínsecos e importantes no ecossistema pastagem, como crescimento, senescência e perfilhamento. Isso faz com que a heterogeneidade do

pasto persista por maior período, contribuindo para sua inerente e dinâmica variabilidade horizontal.

Se considerarmos a média dos limites inferior e superior (amplitude) das classes de alturas mais frequentes no pasto (classes 2, 3 e 4), constatou-se que plantas com alturas de aproximadamente 10, 20 e 30 cm, respectivamente, tiveram maior ocorrência no pasto, especialmente aquelas com média de 20 cm (55% de frequência) (Figura 10). Dessa forma, além de caracterizar as plantas que possuem altura semelhante à média do pasto (25 cm), também é importante conhecer as características específicas de cada um desses grupos de plantas mais frequentes, de modo a quantificar melhor a estrutura do pasto.

4.1.2. Características morfogênicas e estruturais

A taxa de aparecimento foliar do capim-braquiária foi influenciada linear e negativamente ($P < 0,10$) pela altura da planta, sendo observada, em média, redução de 15% no seu valor quando a planta passou de 10 para 40 cm de altura (Figura 11A). Este resultado é devido ao maior tamanho do pseudocolmo em perfilhos maiores, que aumenta a duração do alongamento foliar e o intervalo entre o surgimento de duas folhas consecutivas (Skinner & Nelson, 1995).

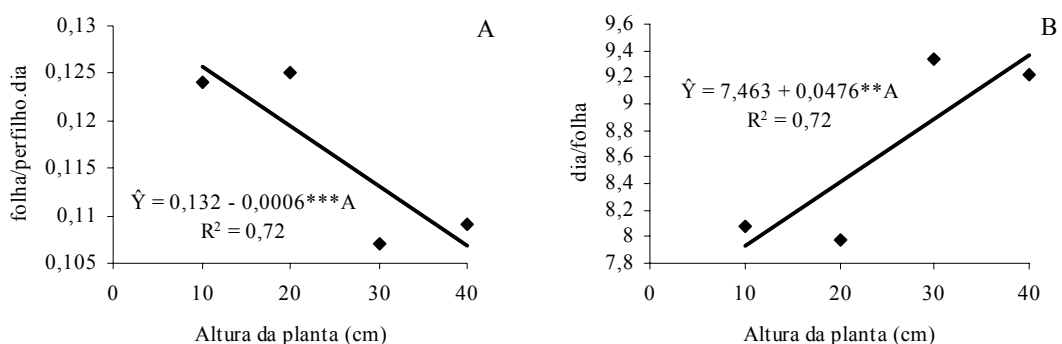


Figura 11 – Taxa de aparecimento foliar (A) e filocrono (B) de *B. decumbens* cv. Basilisk em função da altura (A) da planta no mesmo pasto durante março a abril de 2008; *** Significativo pelo teste t ($P < 0,10$); ** Significativo pelo teste t ($P < 0,10$).

Por outro lado e conforme esperado, foi observado efeito linear e positivo ($P < 0,10$) da altura da planta sobre o filocrono do capim-braquiária (Figura 11B). Para os perfilhos situados nos locais com 10 cm e 40 cm de altura, foram estimados filocronos de 7,9 e 9,3 dias, respectivamente, o que correspondeu a aumento médio de 15%. Esse padrão de resposta também foi verificado por Sbrissia (2004) e por Faria (2009) em avaliação da *B. brizantha* cv. Marandu e da *B. decumbens* cv. Basilisk, respectivamente, sob regimes de lotação contínua com bovinos.

Considerando que o número de folha viva por perfilho é característica genotípica estável na ausência de deficiências hídricas e nutricionais (Nabinger & Pontes, 2001), a partir do maior filocrono em plantas mais altas do pasto poder-se-ia inferir que estes perfilhos levam mais tempo para atingir o número máximo de folha e, portanto, para iniciar o processo de senescência. Todavia, o aumento da altura da planta promoveu ($P < 0,05$) maior taxa de senescência foliar no perfilho de capim-braquiária (Figura 12A).

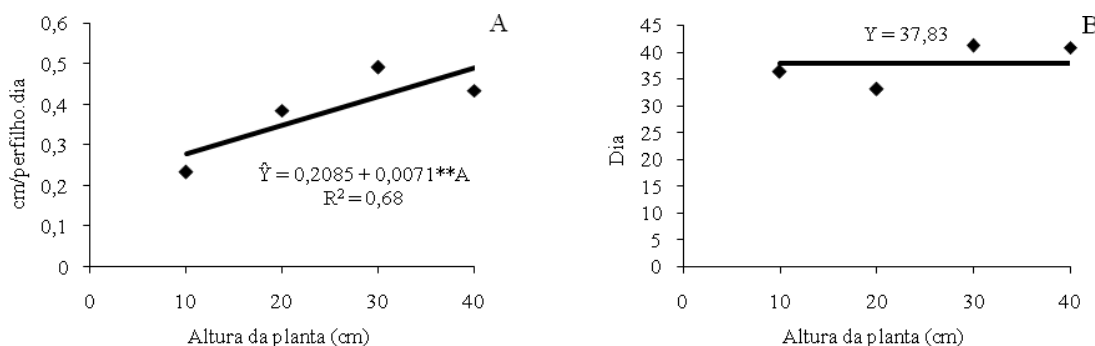


Figura 12 - Taxa de senescência foliar (A) e duração de vida da folha (B) de *B. decumbens* cv. Basilisk em função da altura (A) da planta no mesmo pasto durante março a abril de 2008; ** Significativo pelo teste t ($P < 0,05$).

O aumento na taxa de senescência foliar em plantas de maior altura foi, em média, de 43%. Provavelmente, os perfilhos de capim-braquiária nos locais mais altos do pasto possuíam maior estágio de desenvolvimento e conseqüentemente, suas lâminas foliares mais velhas atingiram o limite de duração de vida. Além

disso, o incremento do sombreamento das lâminas foliares mais velhas e de menor nível de inserção no perfilho também pode ter ocasionado elevação na taxa de senescência foliar (Hodgson, 1990) em plantas de maior altura. Esses resultados corroboram aqueles obtidos por Faria (2009), que quantificou aumento da taxa de senescência foliar na medida em que a altura média do pasto de *B. decumbens*, manejada sob lotação contínua, passou de 10 para 40 cm. Aumento linear da senescência foliar com o incremento da altura do pasto também foi observado no trabalho clássico de Bircham & Hodgson (1983), em pastos consorciados com *Poa annua*, *Trifolium repens* e *Lolium perene* sob lotação contínua.

Devido à maior taxa de senescência foliar nos perfilhos localizados nos locais mais altos do pasto, era esperada redução na duração de vida de suas folhas, o que não ocorreu. De fato, a duração de vida da folha não foi influenciada ($P>0,10$) pela altura da planta e apresentou valor médio de 37,83 dias (Figura 12B).

A maior taxa de senescência foliar em plantas mais altas, sobretudo naquelas com 40 cm (Figura 12A), é indicativo de que as perdas de forragem são altas (Nabinger, 1997; Pinto et al., 2001), bem como sugere que o valor nutritivo do pasto foi comprometido nesses locais (Santos et al., 2008). Dessa maneira, infere-se que altura adequada de manejo do capim-braquiária deve ser inferior a 40 cm para minimizar perda de forragem em quantidade e em qualidade.

O processo de senescência, muitas vezes, também está associado ao alongamento do pseudocolmo, pois, sob condições de sombreamento, tanto o alongamento do pseudocolmo quanto a senescência foliar são desencadeados (Lemaire, 2001). Realmente, a taxa de alongamento de pseudocolmo aumentou de forma linear com a altura da planta de capim-braquiária (Figura 13A), sendo estimados valores de, em média, 0,11 cm/dia para as plantas com 10 cm e 0,19 cm/dia para aquelas com 40 cm de altura. Resultado semelhante foi obtido por Faria (2009), em avaliação da *B. decumbens* cv. Basilisk sob lotação contínua e manejada sob as alturas médias de 10, 20, 30 e 40 cm durante 18 meses.

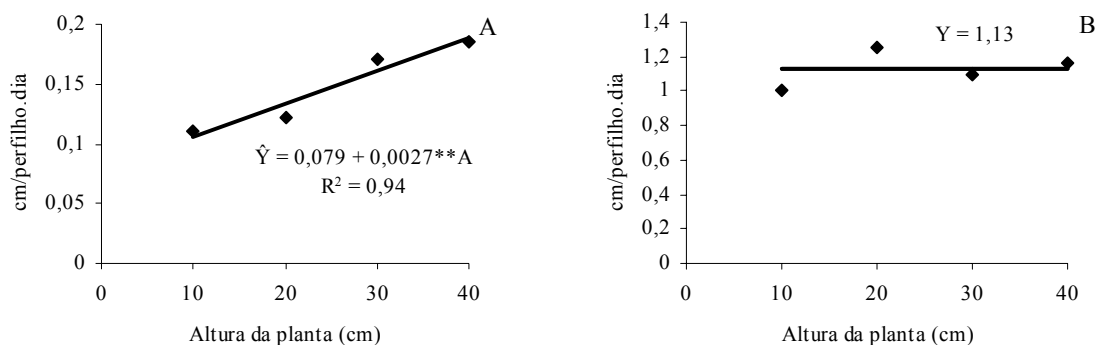


Figura 13 – Taxa de alongamento do pseudocolmo (A) e da lâmina foliar (B) de *B. decumbens* cv. Basilisk em função da altura (A) da planta no pasto durante março a abril de 2008; ** Significativo pelo teste t ($P < 0,05$).

A maior taxa de alongamento de pseudocolmo na planta de capim-braquiária com superior altura pode ser resultado da elevada competição por luz entre os perfilhos. Nessa condição, a planta prioriza a alocação de carbono para o alongamento dos entrenós, a fim de posicionar a nova folha no ambiente menos sombreado do dossel (Lemaire, 2001). Ademais, plantas altas necessitam de colmo mais desenvolvido para assegurar a sustentação de seus órgãos, como a folha, o que também justifica o maior alongamento do pseudocolmo.

A maior taxa de alongamento de pseudocolmo em planta mais alta, particularmente naquela com 40 cm (Figura 13A), é indício de que a estrutura do capim-braquiária pode tornar-se desfavorável ao consumo animal (Flores et al., 2008), bem como indica que o valor nutritivo do pasto pode ser comprometido (Santos et al., 2008).

De outro modo, não foi observado efeito da altura da planta sobre a taxa de alongamento foliar, que apresentou valor médio de 1,13 cm/perfilho.dia (Figura 13B). Grasselli (2002) também não observou efeito da altura média do relvado sobre a taxa de alongamento foliar da *B. decumbens* cv. Basilisk manejada em lotação contínua com bovinos. De acordo com Volenec et al. (1983), ocorre aumento na taxa de alongamento foliar sob condições de maior frequência de pastejo, todavia, os resultados são bastante contraditórios.

No tocante à avaliação das características estruturais, constatou-se que os números de folhas vivas e mortas por perfilho não foram modificados ($P > 0,10$)

pela altura da planta (Figura 14). Gonçalves (2002) também não constatou efeito da altura média em que os pastos de capim-marandu foram mantidos sobre o número de folhas vivas por perfilho. Esses resultados podem ser devido ao fato do número de folha viva por perfilho ser determinado geneticamente, embora se reconheça os efeitos do meio e do manejo sobre esta variável (Chapman & Lemaire, 1993).

Adicionalmente, o número constante de folha viva por perfilho também pode ter sido decorrente da plasticidade fenotípica do capim-braquiária, que alterou sua morfogênese por meio, principalmente, de ajustes nas taxas de aparecimento foliar (Figura 11A), de forma a manter relativamente estável o número de folha viva por perfilho; uma vez que a duração de vida da folha permaneceu inalterada (Figura 12B).

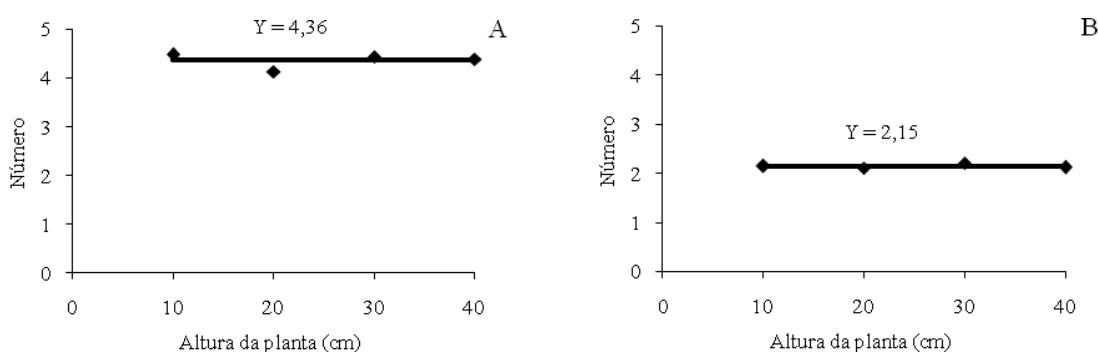


Figura 14 – Número de folhas viva (A) e morta (B) em perfilho de *B. decumbens* cv. Basilisk em função da altura da planta no mesmo pasto durante março a abril de 2008.

O aumento na altura da planta de capim-braquiária resultou em incremento linear ($P < 0,01$) no número de folha pastejada (Figura 17), de modo que foi observado aumento de aproximadamente 69% nessa variável, estimando-se 3,36 folhas pastejadas no perfilho com 10 cm, bem como 5,67 folhas pastejadas no perfilho com 40 cm.

Esperava-se redução no número de folha pastejada por perfilho em plantas de maior altura, uma vez que, em geral, os locais mais altos do mesmo pasto são submetidos às menores frequências e intensidades de desfolhação, enquanto que

os locais mais baixos do mesmo pasto são pastejados de forma mais intensa e freqüente pelos bovinos (Carvalho et al., 2001). Entretanto, o reduzido número de folha pastejada em plantas mais baixas constituiu, possivelmente, resposta morfológica adaptativa dos perfilhos de capim-braquiária à desfolhação. Perfilhos de plantas mais baixas, sob desfolhação mais intensa e freqüente, apresentaram pseudocolmos e lâminas foliares de menor tamanho (Figura 16), o que caracteriza a plasticidade fenotípica do capim-braquiária para diminuir a probabilidade de ocorrência de desfolhações nas suas lâminas foliares (estratégia de escape do pastejo).

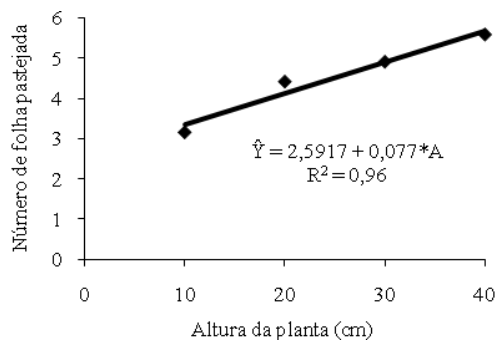


Figura 15 – Número de folha pastejada em perfilho de *B. decumbens* cv. Basilisk em função da altura (A) da planta no mesmo pasto durante março a abril de 2008; * Significativo pelo teste t ($P < 0,01$).

Vale destacar que o maior número de folha pastejada nas plantas mais altas não significa, necessariamente, que houve maior remoção de tecidos foliares (consumo). Essa assertiva é válida, porque, com a quantificação do número de folha pastejada por perfilho, não se mensurou o percentual de tecido foliar que foi removido em cada folha pastejada (intensidade da desfolhação).

Os argumentos apresentados são consistentes com os dados de comprimentos da lâmina foliar e do pseudocolmo, que responderam linear e positivamente ($P < 0,01$) à altura da planta de capim-braquiária (Figura 16). O comprimento final da lâmina foliar estimado para as plantas nos locais do mesmo pasto com 10 cm e 40 cm foi de 6,37 cm e 11,08 cm, respectivamente, o que correspondeu ao aumento de 74%.

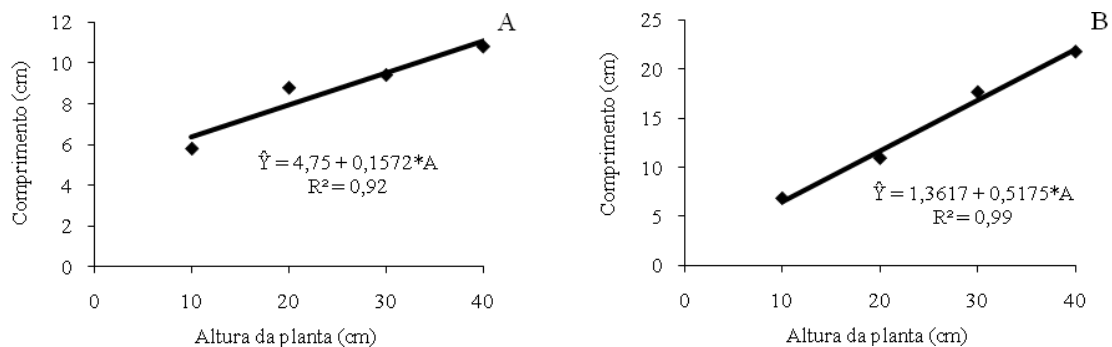


Figura 16 – Comprimento da lâmina foliar (A) e do pseudocolmo (B) em perfilho de *B. decumbens* cv. Basilisk em função da altura (A) da planta no mesmo pasto durante março a abril de 2008; * Significativo pelo teste t ($P < 0,01$).

O maior comprimento da lâmina foliar em plantas mais altas pode ser explicado pelo maior tamanho dos seus perfilhos. Em perfilhos maiores, as folhas mais novas realizam longo percurso no pseudocolmo para se exporem. Com isso, a distância percorrida pela folha desde o ponto de conexão com o meristema até a extremidade do pseudocolmo é maior, resultando no seu maior comprimento (Skinner & Nelson, 1995).

Ademais, é possível inferir que o período de alongamento da lâmina foliar no perfilho de maior altura foi superior, uma vez que, nessa condição, o perfilho apresentou maior filocrono (Figura 11B). Isso também pode ter resultado em lâmina foliar de maior comprimento, já que o comprimento da folha é diretamente proporcional à duração do alongamento foliar (Sbrissia & Da Silva, 2001).

O comprimento do pseudocolmo também respondeu linear e positivamente ($P < 0,01$) ao aumento na altura da planta (Figura 16B). Foi estimado 6,54 cm de pseudocolmo para a planta com 10 cm, bem como 22,07 cm de pseudocolmo para as plantas com 40 cm, o que correspondeu ao aumento de 237%. Esses resultados podem estar associados a dois fatores. Primeiramente, as plantas mais altas geralmente possuem perfilhos com estágio de desenvolvimento mais avançado e, por conseguinte, com maior comprimento do pseudocolmo (Santos et al., 2009a). O outro fator consiste na resposta fisiológica do capim-braquiária ao

sombreamento, mais comum nos locais com plantas mais altas. Nesse caso, o alongamento do colmo pode ter ocorrido para expor as folhas jovens e fotossinteticamente mais ativas à luz na região superior do dossel.

Conforme mencionado anteriormente, o aumento do comprimento do colmo em plantas mais altas do pasto pode comprometer a estrutura do pasto (Carvalho et al., 2001). Todavia, vale destacar que o capim-braquiária possui colmo delgado, que possivelmente oferece menor resistência ao cisalhamento durante o pastejo, principalmente quando comparado ao colmo de outras plantas forrageiras tropicais de maior altura natural. Assim, provavelmente, o colmo de capim-braquiária tem efeito menos prejudicial à estrutura do pasto.

4.1.3. Composição morfológica de perfilhos individuais

A massa de lâmina foliar viva (LFV) do perfilho vegetativo aumentou de forma linear ($P < 0,10$) com a altura da planta no pasto, sendo que em planta com 40 cm, ocorreu aumento de 112% nesta variável em comparação àquelas com 10 cm (Tabela 4). Padrão de resposta similar ocorreu com a massa de LFV do perfilho reprodutivo. Esses dados podem ser explicados pelo fato das plantas mais altas possuírem perfilhos com colmo mais desenvolvido, o que proporciona maior período de alongamento para as folhas, que alcançam, assim, maior comprimento final (Garcez Neto et al., 2002).

As massas de lâmina foliar morta dos perfilhos vegetativos e reprodutivos também aumentaram linearmente com a altura da planta no pasto (Tabela 4). Isso pode ser atribuído ao maior sombreamento nos locais do pasto com plantas mais altas, o que pode ter levado à maior competição por luz e aumento da senescência foliar (Lemaire, 2001).

Da mesma forma, as massas de colmo vivo dos perfilhos vegetativos e reprodutivos incrementaram de forma linear ($P < 0,05$) com a altura da planta (Tabela 4). Esses resultados também podem ser devido ao maior sombreamento na parte inferior do dossel ocorrido nos locais do pasto com plantas mais altas, o

que resultou em maior competição por luz. Como resposta, houve maior alongamento de colmos para expor as folhas jovens à luz (Lemaire, 2001).

Tabela 4 - Massa dos componentes morfológicos (g) e relação entre as massas de lâmina foliar viva e colmo vivo de perfilhos individuais em função da altura (A) da planta no pasto de capim-braquiária durante março a abril de 2008

Perfilho	Altura da planta (cm)				Média	Equação de regressão	R ²
	10	20	30	40			
Lâmina foliar viva							
Vegetativo	0,08	0,09	0,12	0,17	0,11 a	$\hat{Y} = 0,037 + 0,0330^{**}A$	0,92
Reprodutivo	0,02	0,02	0,03	0,07	0,03 b	$\hat{Y} = -0,005 + 0,0016^{*}A$	0,56
Lâmina foliar morta							
Vegetativo	0,02	0,02	0,06	0,10	0,05 b	$\hat{Y} = -0,022 + 0,0028^{**}A$	0,88
Reprodutivo	0,05	0,05	0,11	0,13	0,09 a	$\hat{Y} = -0,010 + 0,0030^{**}A$	0,81
Colmo vivo							
Vegetativo	0,04	0,11	0,20	0,27	0,16 b	$\hat{Y} = -0,038 + 0,0073^{***}A$	0,90
Reprodutivo	0,13	0,13	0,35	0,46	0,27 a	$\hat{Y} = -0,033 + 0,0120^{**}A$	0,84
Lâmina foliar viva/colmo vivo							
Vegetativo	1,93	0,77	0,61	0,62	0,98 a	$\hat{Y} = 2,005 - 0,0409^{*}A$	0,54
Reprodutivo	0,16	0,16	0,08	0,15	0,14 b	$\bar{Y} = 0,14$	-

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey (P<0,05);

* Significativo pelo teste t (P<0,10); ** Significativo pelo teste t (P<0,05); *** Significativo pelo teste t (P<0,10).

Ademais, deve-se levar em conta que o alongamento do colmo consiste em processo natural e contínuo, principalmente em gramínea tropical. Desse modo, a menor frequência e, ou, intensidade de pastejo nas plantas em locais mais altos pode ter permitido aos perfilhos maior tempo de “crescimento livre” (sem ocorrência de desfolhação), o que favoreceu o alongamento do colmo.

De maneira contrária, houve decréscimo na relação lâmina foliar viva/colmo vivo do perfilho vegetativo com a altura das plantas no pasto (Tabela 4). Aumentos em altura dos pastos quase sempre conduzem à redução concomitante na relação lâmina foliar viva/colmo vivo por perfilho (Sbrissia & Da Silva, 2008), porque para

suportar o peso das folhas, o diâmetro do colmo, estrutura de suporte, altera-se em proporção direta à força exigida para suportá-las (McMahon, 1973).

No tocante à comparação entre as categorias de perfilhos, observou-se que o perfilho vegetativo possuiu maior ($P < 0,05$) massa de lâmina foliar viva quando comparado ao perfilho reprodutivo. Padrão de resposta contrário foi verificado para a massa de lâmina foliar morta ($P < 0,05$) (Tabela 4). Isso é compreendido pelo fato do perfilho vegetativo ser, em geral, mais jovem do que o perfilho reprodutivo. Adicionalmente, o perfilho reprodutivo apresentou ($P < 0,05$) maior massa de colmo vivo em relação ao perfilho vegetativo (Tabela 4), o que foi conferido pelo intenso e característico alongamento do colmo verificado quando o perfilho passou do estágio vegetativo para o reprodutivo. Em virtude dos resultados discutidos, a relação lâmina foliar viva/colmo vivo foi maior ($P < 0,05$) no perfilho vegetativo do que no reprodutivo (Tabela 4).

Contatou-se que uma mesma categoria de perfilho, em estágio vegetativo ou reprodutivo, possui morfologia diferenciada em função da altura da planta (Tabela 4). Isso demonstra a importância dos estudos reducionistas para melhor compreensão da estrutura do pasto, em que, além da quantificação do número das categorias de perfilhos, se realiza a caracterização de perfilhos individuais.

4.1.4. Densidade populacional e peso de perfilhos

O número de perfilho vegetativo reduziu linearmente ($P < 0,10$) com o aumento da altura da planta no pasto (Tabela 5). Possivelmente, esse resultado se deve ao maior sombreamento na base das plantas no local mais alto do pasto (40 cm), o que inibiu o perfilhamento do capim-braquiária, reduzindo, dessa forma, o número de perfilho vegetativo. Realmente, na maioria das espécies, maiores intensidades luminosas, que é condição comum em pastos de menor altura, favorecem o perfilhamento (Langer, 1963). Ademais, a reduzida razão vermelho:infravermelho, característica comum à luz que chega nos estratos inferiores do pasto, próximo ao solo, também causa atraso no desenvolvimento

das gemas em perfilhos (Deregibus et al., 1983), especialmente em plantas mais altas.

Tabela 5 - Densidade populacional de perfilho em função da altura (A) da planta no mesmo pasto de capim-braquiária durante março a abril de 2008

Perfilho/m ²	Altura da planta (cm)				Equação de regressão	R ²
	10	20	30	40		
Vegetativo	2.288	1.720	1.612	1.404	$\hat{Y} = 2446 - 27,600*A$	0,83
Reprodutivo	8	28	24	84	$\hat{Y} = 20 + 2,240*A$	0,64
Morto	148	456	604	588	$\hat{Y} = 82 + 14,680***A$	0,71
Vivo	2.296	1.748	1.636	1.488	$\hat{Y} = 2426 - 253,600*A$	0,86
Total	2.444	2.204	2.240	2.076	$\hat{Y} = 2508 - 106,800*A$	0,82

*** Significativo pelo teste t (P<0,01); ** Significativo pelo teste t (P<0,05); * Significativo pelo teste t (P<0,10).

Além disso, é possível que perfilhos vegetativos de menor tamanho tenham sido sombreados e, com isso, morreram em razão da competição por luz com os perfilhos mais velhos e de maior tamanho. Realmente, quando em situação de sombreamento, maior quantidade de assimilados é alocada para o crescimento de perfilhos já existentes em detrimento do desenvolvimento de novos perfilhos (Pedreira et al., 2001).

Padrão de resposta inverso foi observado para número de perfilho reprodutivo, que aumentou (P<0,10) com a altura da planta (Tabela 5). De forma semelhante, Sbrissia (2004) em avaliação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu constatou aumento no percentual de perfilhos com inflorescência quando a altura do pasto aumentou de 10 (0,43%) para 40 cm (4,65%). Isso se deve, possivelmente, à menor frequência de pastejo nas locais do pasto com maior altura. Com o pastejo menos freqüente, maior número de perfilho passa do estágio vegetativo para o reprodutivo, pois não tem o seu meristema apical eliminado durante o pastejo. Por outro lado, em locais do pasto com plantas de menor altura, a frequência de pastejo, provavelmente, é maior e, assim, a probabilidade de eliminação do meristema apical de perfilhos que iniciam a fase reprodutiva também é maior.

O número de perfilho morto ($P < 0,01$) também aumentou com a altura da planta no pasto de capim-braquiária (Tabela 5), o pode ser explicado pelo sombreamento e mortalidade dos perfilhos menores e mais jovens pelos perfilhos mais altos e velhos. Outro fator que justifica a maior densidade populacional de perfilho morto em locais do pasto com plantas de maior altura é o ciclo fonológico da gramínea, em que é natural a mortalidade do perfilho reprodutivo, uma vez que o ciclo de vida do perfilho se encerra com a emissão da inflorescência e maturação das sementes. Dessa forma, como plantas altas possuíram mais perfilhos reprodutivos (Tabela 5), era esperada a morte destes e, por conseguinte, o incremento do seu número de perfilho morto.

Os números de perfilhos vivos e totais diminuíram ($P < 0,10$) com a altura da planta no pasto (Tabela 5). Esses resultados foram determinados, especialmente, pelo padrão de resposta do número de perfilho vegetativo em função da altura da planta (Tabela 5). Como o perfilho vegetativo é a categoria de perfilho mais numerosa no pasto e também é um dos constituintes das categorias de perfilhos vivos e totais, é natural que o decréscimo do número de perfilho vegetativo em plantas com maior altura determine a diminuição dos números de perfilhos vivos e totais. Esses resultados corroboram aqueles obtidos por Sbrissia & Da Silva (2008), que também verificaram redução na densidade populacional de perfilho em pastos de capim-marandu manejados sob lotação contínua, em que o pasto mais baixo (10 cm) possuiu maior número médio de perfilho (1.169 perfilhos/ m^2) do que o pasto com 40 cm (692 perfilhos/ m^2).

Vale destacar que os dados de densidade populacional de perfilhos obtidos neste trabalho, onde se buscou aproveitar a inerente heterogeneidade espacial da vegetação para avaliar alturas das plantas, apresentou padrão de resposta semelhante ao obtido com pastos manejados com diferentes alturas médias (Sbrissia & Da Silva, 2008). Essa similaridade dos resultados indica a possibilidade do estudo dos efeitos da altura do pasto sobre o processo de perfilhamento em menor número de unidades experimentais, com redução de área experimental sob pastejo e dos custos. Porém, ressalta-se que estudos de maior

duração e realizados com essa finalidade devem ser realizados para confirmar essa possibilidade.

Com relação ao peso unitário, verificou-se que a altura da planta no pasto de *B. decumbens* cv. Basilisk incrementou linearmente ($P < 0,10$) os pesos dos perfilhos vegetativos e reprodutivos (Figura 17). As plantas de maior altura permaneceram por mais tempo com um índice de área foliar (IAF) próximo ao IAF crítico, a partir do qual se intensifica a competição por luz no dossel (Figura 21). Nessa condição, acentua-se o processo de alongamento do colmo para expor as novas folhas na região superior do dossel, onde a luminosidade é maior (Lemaire, 2001). Desse modo, o alongamento do colmo resultou no maior peso dos perfilhos nas plantas com maior altura. Realmente, pastos mais altos são constituídos de perfilhos mais compridos e em menor número, que normalmente são mais pesados (Sbrissia & Da Silva, 2008) pelo fato de possuírem fitômeros maiores.

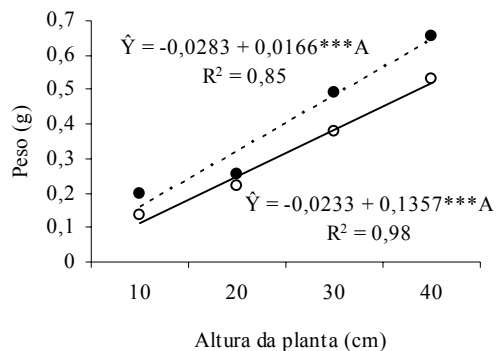


Figura 17 - Peso de perfilhos vegetativos (o) e reprodutivos (●) em função da altura (A) da planta no mesmo pasto de capim-braquiária durante março a abril de 2008; ***Significativo pelo teste t ($P < 0,10$).

Observou-se também que o peso do perfilho vegetativo (0,316 g, em média) foi menor que o peso do perfilho reprodutivo (0,401g, em média). Isso é devido, além da emissão da própria inflorescência, ao típico alongamento do colmo que ocorre quando o perfilho passa para o estágio reprodutivo. Do ponto de vista evolutivo, esse alongamento do colmo pode ter resultado em vantagem para propagação da espécie, porque proporciona maior facilidade para dispersão de suas sementes, que podem se desprender dos ráceros para novas e maiores

áreas adjacentes. Além disso, a localização da inflorescência na parte superior do pasto facilita o consumo de sementes pelos ruminantes, que também são agentes para sua dispersão.

A relação entre o número e o peso do perfilho vegetativo foi linear e negativa ($P < 0,10$) (Figura 18A). Plantas mais altas apresentaram perfilhos vegetativos mais pesados (Figura 17), porém com menor densidade populacional (Tabela 5). Ao contrário, em plantas com menor altura observou-se maior número de perfilhos vegetativos de menor tamanho. Esse padrão de resposta está de acordo com a lei do auto-desbaste ou mecanismo de compensação tamanho/densidade de perfilhos (Yoda et al., 1963).

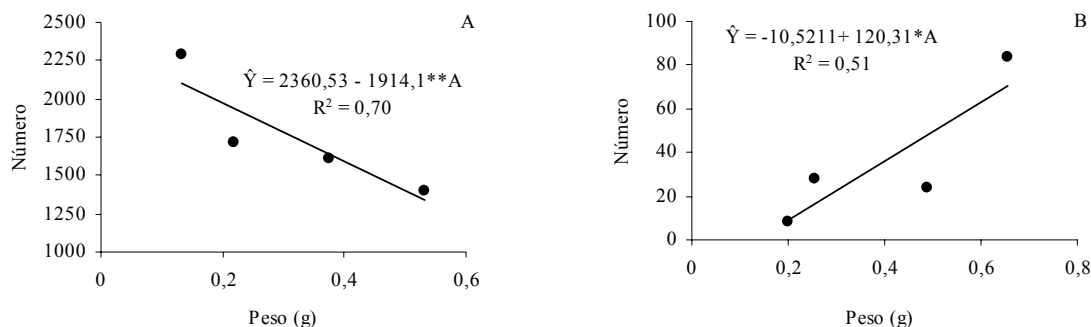


Figura 18 - Compensação entre peso e número de perfilho vegetativo (A) e reprodutivo (B) em plantas de capim-braquiária no mesmo pasto durante março a abril de 2008; *Significativo pelo teste t ($P < 0,01$); ***Significativo pelo teste t ($P < 0,10$).

Normalmente, em estudos de compensação entre tamanho e número de perfilho, os pastos são manejados em diferentes alturas médias (Sbrissia et al., 2003; Sbrissia & Da Silva, 2008). No presente trabalho, os perfilhos foram avaliados num mesmo pasto, manejado com mesma altura média (25 cm), aproveitando a variabilidade natural da vegetação para avaliar plantas de distintas alturas.

Para o perfilho reprodutivo, a relação entre o número e o peso foi linear positiva ($P < 0,01$) (Figura 18B). Em plantas de maior altura, o perfilho vegetativo foi mais pesado (Figura 17) e, como este origina o perfilho reprodutivo, é natural o maior peso deste último nas plantas mais altas. Concomitantemente, verificou-se

maior número de perfilho reprodutivo nas plantas mais altas (Tabela 5), porque, nestas, a frequência de pastejo foi menor e, dessa maneira, muitos perfilhos vegetativos não tiveram seu meristema apical eliminado com o pastejo e, então, passaram para o estágio reprodutivo.

Resultado semelhante foi obtido por Carvalho et al. (2008), que também constataram que a relação entre número e peso de perfilho reprodutivo foi positiva em pastos de *B. decumbens* cv. Basilisk diferida por até 116 dias. Esta relação positiva entre número e peso de perfilho reprodutivo (Figura 18B) é distinta daquela contemplada na lei de compensação tamanho/densidade de perfilhos, evidenciando que essa relação deveria ser contextualizada em função da categoria de perfilho.

4.1.5. Variação da altura inicial do pasto

A variação na altura inicial da planta de capim-braquiária sob pastejo apresentou resposta linear negativa ($P < 0,10$) com a altura (Figura 19). Em planta com 10 cm no início da avaliação, ocorreu acréscimo na altura de aproximadamente 8 cm em um mês. Mesmo padrão de resposta foi verificado para a planta com altura inicial de 20 cm, porém a magnitude desse acréscimo foi menor (cerca de 3 cm). Por outro lado, em planta com altura inicial de 30 cm praticamente não ocorreu variação de altura, enquanto que naquelas com originalmente 40 cm ocorreu redução de 4 cm na altura.

Normalmente, plantas com menor altura são preferidas pelos animais, pois, em geral, possuem maior percentual de lâmina foliar verde, componente morfológico do pasto de melhor valor nutritivo (Santos et al., 2008). Dessa forma, não seria esperado aumento na altura da planta, na medida em que sua frequência de desfolhação é maior. Adicionalmente, plantas de maior altura são preteridas pelos animais porque, geralmente, possuem maiores massas de colmo e material senescente de pior valor nutritivo (Carvalho et al., 2001). Entretanto, os dados desse experimento não apresentaram esse padrão de resposta,

demonstrando que a dinâmica de variação temporal da estrutura do pasto é complexa e influenciada por outros fatores e não somente pelo pastejo.

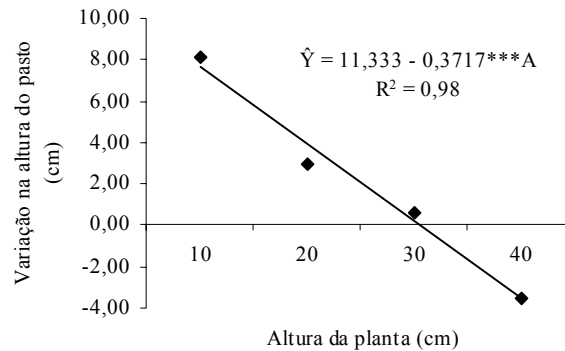


Figura 19 - Variação da altura inicial do pasto em função da altura (A) da planta no pasto de capim-braquiária durante março a abril de 2008; ***Significativo pelo teste t ($P < 0,10$).

É possível que, dentro da amplitude de valores de altura avaliados, bem como pelas características morfológicas do capim-braquiária, que possui colmo delgado, os bovinos otimizaram seu comportamento ingestivo pastejando plantas altas (40 cm). De fato, pasto alto pode potencializar a profundidade do bocado animal e, conseqüentemente, aumentar a massa do bocado, que é, freqüentemente, o principal determinante da quantidade de alimento consumida pelo animal em pastejo (Hodgson, 1990). Isso pode ter sido importante para o animal, se considerarmos que as avaliações ocorreram no final do verão e início do outono, época em que o clima torna-se restritivo ao crescimento do pasto e pode piorar sua estrutura pelo incremento da senescência.

Esses resultados demonstram que a estrutura do pasto de capim-braquiária modifica com o tempo, até quando o pasto é submetido ao mesmo critério de manejo, qual seja, lotação contínua com taxa de lotação variável para manter sua altura média em 25 cm. A modificação da estrutura vertical do pasto foi comprovada pela variação da altura das plantas em cada local do pasto, ao passo que a alteração na estrutura horizontal foi constatada pela mudança nos valores de alturas das plantas nos diferentes pontos do mesmo pasto ao longo do tempo.

A causa dessa dinâmica da estrutura do pasto pode ser atribuída às diferenças nas magnitudes das taxas de desfolhação pelo animal e de crescimento das plantas. Nesse sentido, todos os fatores que alteram a desfolhação e o crescimento da planta interferem na estrutura do pasto.

Enquanto as plantas mais baixas do pasto (10 e 20 cm) aumentaram em altura, aquelas mais altas (30 e 40 cm), em geral, tiveram sua altura diminuída (Figura 19). Essa compensação, caracterizada pelo maior consumo das plantas altas e crescimento das plantas baixas, foi responsável pela manutenção da altura média do pasto relativamente constante em 25 cm, caracterizando um equilíbrio dinâmico.

O incremento da altura das plantas mais baixas (10 cm) (Figura 19) permite inferir, ainda, que a alta intensidade e, ou, frequência de pastejo ocorreu por curto período nessas plantas, o que é desejável. Por outro lado, a redução da altura das plantas mais altas (40 cm) evidencia que a estrutura do capim-braquiária não foi comprometida, o que certamente ocorreria caso estas plantas altas aumentassem ainda mais em altura. Esse padrão de resposta pode explicar o motivo pelo qual o pasto de capim-braquiária deve ser manejado com cerca de 25 cm de altura média sob lotação contínua, conforme recomendado por Gomide (2006) e Faria (2009).

Atualmente, estudos têm sido realizados em perfilhos individuais nos pastos manejados sob lotação contínua, como, por exemplo, avaliações da dinâmica populacional de perfilhos. Estes, freqüentemente, são marcados em locais do pasto que representam a sua condição média no momento inicial da avaliação (Sbrissia, 2004; Moraes et al., 2006). Porém, essa condição do pasto, além de ser apenas uma das situações presentes no pasto, pode ser alterada no decorrer do período experimental devido à inerente variação temporal da estrutura do pasto (Figura 19). Assim, a realização das avaliações nos mesmos perfilhos durante longo período pode incorrer em alterações nas variáveis respostas que não refletem apenas os efeitos dos tratamentos, mas também o efeito da modificação local da estrutura do pasto no decorrer do tempo, além da influência do próprio manuseio dos perfilhos durante as avaliações. Isso resulta em ineficiente controle

de uma fonte de variação, a estrutura do pasto, nos locais de marcação dos perfilhos, o que pode contribuir para ocorrência de viés.

4.1.6. Massa de forragem e de seus componentes morfológicos

As massas de lâmina foliar verde (LFV), colmo verde (CV), material morto (MM), forragem verde (FV) e forragem total (FT) foram incrementadas linearmente pela altura da planta no pasto (Tabela 6).

Tabela 6 - Massa de forragem e de seus componentes morfológicos (kg/ha de MS) em função da altura (A) da planta no mesmo pasto de capim-braquiária durante março a abril de 2008

Massa	Altura da planta (cm)				Equação de regressão	R ²
	10	20	30	40		
LFV	971	1.407	1.425	1.563	$\hat{Y} = 893,75 + 17,929 \cdot A$	0,72
CV	845	2.035	2.062	2.751	$\hat{Y} = 487,37 + 57,439 \cdot A$	0,82
MM	1.018	1.655	3.301	3.515	$\hat{Y} = 88,01 + 91,366 \cdot A$	0,89
FV	1.816	3.444	3.487	4.314	$\hat{Y} = 1.381,12 + 75,368 \cdot A$	0,80
FT	2.834	5.099	6.789	7.829	$\hat{Y} = 1.469,13 + 166,734 \cdot A$	0,96

LFV- lâmina foliar verde; CV- colmo verde; MM- material morto; FV- forragem verde; FT- forragem total;

* Significativo pelo teste t (P<0,01); ** Significativo pelo teste t (P<0,05); *** Significativo pelo teste t (P<0,10).

Plantas de capim-braquiária mais altas possuíram (P<0,05) maior massa de FT (Tabela 6). Isso era esperado, porque a altura do pasto pode ser utilizada como medida indireta da massa de forragem em pastagens de gramíneas tropicais, sendo que a relação entre essas variáveis é, em geral, linear e positiva (Pedreira, 2002). De fato, Molan (2004) também verificou valores de massa de forragem crescentes com o aumento da altura média do pasto de capim-marandu sob lotação contínua com bovinos. Porém, vale sublinhar que, no trabalho de Molan (2004), os tratamentos foram quatro alturas médias do pasto (10, 20, 30 ou 40 cm), enquanto que, no presente trabalho, avaliaram-se plantas com distintos valores de altura dentro de um único pasto manejado com altura média de 25 cm. O aumento da massa de FT com a altura da planta decorre da elevação,

concomitante, das massas de todos os componentes morfológicos da planta forrageira.

Em plantas mais altas, os perfilhos são mais compridos e, assim, necessitam de colmo mais espesso e desenvolvido para sustentar seu maior peso. Ademais, nessas plantas, é possível que tenha ocorrido competição por luz entre os perfilhos e, como consequência, ocorreu o alongamento do colmo para expor as folhas jovens na parte superior do dossel, onde a luz é mais abundante (Da Silva & Corsi, 2003). Esses argumentos justificam o incremento ($P < 0,10$) da massa de CV nas plantas mais altas (Tabela 6).

O aumento da massa de colmo no pasto influencia a distribuição de folhas no perfil do dossel e modifica a quantidade e a qualidade da luz no seu interior (Fagundes et al., 2001), o que altera as características morfogênicas e o perfilhamento do pasto. Ademais, com a elevação da massa de colmo, há incremento na produção de forragem, porém a estrutura do pasto é prejudicada devido ao efeito negativo deste componente morfológico sobre o comportamento ingestivo do animal e a eficiência do pastejo (Carvalho et al., 2001).

A elevação ($P < 0,01$) da massa de MM nas plantas de maior altura (Tabela 6) pode ser justificada pela intensificação da competição por luz entre os perfilhos. O intenso sombreamento na parte inferior do dossel mais alto, provavelmente, resultou na maior senescência e, ou, morte de perfilhos jovens de menor tamanho e de folhas velhas. Isso contribuiu para o aumento da massa de MM em plantas altas.

Também foram verificados valores crescentes ($P < 0,01$) para massa de LFV com o incremento da altura da planta (Tabela 6). Em geral, plantas altas possuíram perfilhos com bainhas foliares de maior comprimento e, nessa condição, a folha em expansão percorreu maior trajeto entre seu ponto de conexão com o meristema e o ápice do pseudocolmo e, conseqüentemente, atingiu maior tamanho (Figura 16). Desse modo, lâminas foliares de maior comprimento nas plantas altas explicam o aumento na sua massa de LFV. Todavia, é relevante destacar que, quando expressa em termos relativos à massa

de forragem total, a massa de LFV reduziu de 34% para 20% com o aumento da altura da planta de 10 para 40 cm.

Como ocorreu aumento das massas de LFV e CV, é natural que esse mesmo padrão de resposta tenha ocorrido com a massa de FV (Tabela 6). Adicionalmente, é meritório sublinhar que, quando se comparam os coeficientes angulares das equações ajustadas para massas de LFV, CV e MM, notou-se que o maior valor ocorreu para a massa de MM (91,3660) e o menor, para a massa de LFV (17,9293); ao passo que a massa de CV apresentou valor intermediário (57,4391) (Tabela 6). Dessa maneira, o incremento da altura da planta teve efeito mais pronunciado sobre o CV e o MM do que sobre a LFV. Com isso, infere-se que, em pastos altos, a senescência, que concorre para o aumento da massa de MM, compensa o maior comprimento da folha, que eleva a massa de LFV. A síntese de tecidos pela planta forrageira (crescimento) ocorre simultaneamente à perda de tecidos por senescência e morte, gerando efeito compensatório sobre o acúmulo de forragem (Hodgson, 1990).

É relevante destacar, ainda, que os menores valores das massas dos componentes morfológicos, especialmente LFV e de CV, nas plantas com 10 cm pode ser indicativo de ocorrência de desfolhação muito intensa e, ou, freqüente, o que caracterizaria uma condição inadequada de sobrepastejo. Realmente, quando as plantas passaram de 10 para 20 cm, houve maior acréscimo nos valores das massas de LFV e CV em relação às demais alturas avaliadas (Tabela 6), denotando que, a partir de 20 cm de altura, o capim-braquiária pode não ter sido prejudicado pelo nível de desfolhação.

Em adição, o baixo valor de massa de forragem total (FT) nos locais do pasto com plantas de 10 cm de altura pode limitar o consumo animal. Em consonância com esse argumento, Sarmiento (2003) constatou redução na massa do bocado e do consumo de bovinos em pastos de capim-marandu com altura média de 10 cm, o que indica restrição ao pastejo nessas condições.

Contrariamente ao ocorrido com as massas de forragem e de seus componentes morfológicos, houve redução linear ($P < 0,05$) na relação lâmina foliar verde/colmo verde (LFV/CV) com a altura da planta no pasto (Figura 20). Embora

tenha ocorrido elevação das massas de LFV e CV (Tabela 6), o aumento da massa de CV foi mais acentuado, o que pode ser percebido pelo coeficiente angular da sua equação, que foi cerca de três vezes superior ao da equação ajustada para massa de LFV. Com isso, a relação LFV/CV diminuiu, o que pode comprometer o consumo de animais em locais do pasto com plantas mais altas (40 cm) por afetar negativamente a estrutura dessa planta.

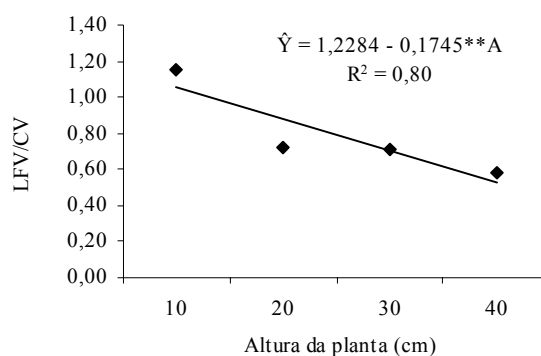


Figura 20 - Relação entre as massas de lâmina foliar verde e colmo verde (LFV/CV) em função da altura (A) da planta no pasto de capim-braquiária durante março a abril de 2008;** Significativo pelo teste t ($P < 0,05$).

Observou-se, ainda, que os valores de relação LFV/CV foram semelhantes nos locais do pasto com 20 e 30 cm de altura (em média, igual a 0,7). Esses valores podem ser considerados adequados e indicam estrutura apropriada do capim-braquiária com 20 a 30 cm. Por outro lado, a alta relação LFV/CV no local com 10 cm, embora desejável, foi compensada negativamente pela reduzida quantidade de forragem nesse local (Tabela 6), revelando condição de pasto inapropriada (sobrepastejo) para a planta forrageira e para o animal.

As maiores quantidades de massa de MM e CV, componentes morfológicos de baixa capacidade fotossintética, nos locais do pasto com plantas de 40 cm (Tabela 6) caracterizam uma estrutura de pasto que favorece as perdas respiratórias, reduz a assimilação líquida de CO_2 atmosférico e, conseqüentemente, diminui o acúmulo de forragem (Braga et al., 2009a).

4.1.7. Densidade da forragem e de seus componentes morfológicos

A densidade volumétrica de lâmina foliar verde (LFV) decresceu ($P < 0,05$) com a altura da planta no pasto. Mesma resposta ocorreu ($P < 0,10$) para as densidades volumétricas de forragem verde (FV) e de forragem total (FT). Por outro lado, não houve efeito ($P > 0,10$) da altura da planta sobre as densidades volumétricas de colmo verde (CV) e de material morto (MM) (Tabela 7).

Tabela 7 - Densidade volumétrica da forragem e de seus componentes morfológicos (kg/cm.ha de MS) em função da altura (A) da planta no mesmo pasto de capim-braquiária durante março a abril de 2008

Densidade volumétrica	Altura da planta (cm)				Equação de regressão	R ²
	10	20	30	40		
LFV	97,1	70,4	47,5	39,1	$\hat{Y} = 112,77 - 1,9697^{**}A$	0,93
CV	84,5	101,8	68,7	68,8	$\bar{Y} = 80,95$	-
MM	101,8	82,7	110,0	87,9	$\bar{Y} = 95,61$	-
FV	181,6	172,2	116,2	107,9	$\hat{Y} = 213,79 - 2,7726^*A$	0,90
FT	283,4	254,9	226,3	195,7	$\hat{Y} = 313,01 - 2,9171^*A$	0,99

LFV- lâmina foliar verde; CV- colmo verde; MM- material morto; FV- forragem verde; FT- forragem total; ** Significativo pelo teste t ($P < 0,05$); * Significativo pelo teste t ($P < 0,10$).

A redução da densidade volumétrica de LFV com o aumento da altura da planta ocorreu porque o aumento da altura foi proporcionalmente maior do que o aumento da massa de LFV. Molan (2004), trabalhando com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob lotação contínua e em quatro alturas médias de pasto (10, 20, 30 e 40 cm), também verificou que a densidade volumétrica de folha reduziu com a altura média do pasto.

Diferentemente, a ausência de efeito das alturas nas densidades volumétricas de CV e MM pode ser explicada em razão do aumento concomitante e de mesma magnitude da massa desses componentes morfológicos e da altura das plantas (Tabela 6).

Como a densidade volumétrica de FV resulta do somatório das densidades volumétricas de LFV e CV, é coerente o seu decréscimo ($P < 0,10$) com a altura da

planta, haja vista que a densidade volumétrica de LFV reduziu e a densidade volumétrica de CV não foi influenciada pela altura da planta.

A densidade volumétrica de FT reduziu ($P < 0,10$) com a elevação da altura da planta (Tabela 7). Novamente, isso se deve ao incremento da altura de forma mais acentuada em relação ao acréscimo na massa de FT no pasto. Esses resultados corroboram aqueles obtidos por Molan (2004), que constatou que a densidade volumétrica de forragem decresceu 20% com o aumento de 10 para 40 cm da altura média do pasto de capim-marandu sob lotação contínua.

4.1.8. Interceptação de luz pelo dossel

A interceptação de luz (IL) pelo dossel apresentou resposta quadrática ($P < 0,10$) em função da altura das plantas. Locais do pasto com plantas de 10, 20, 30 e 40 cm apresentaram valores de IL correspondentes a 56,2; 85,2; 93,4 e 96,6%, respectivamente (Figura 21). Grasselli et al. (2000), em trabalho com *B. decumbens* mantida em quatro alturas médias (7, 12, 16 e 22 cm) também obtiveram padrão de resposta quadrático para a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, que elevou em função das alturas do pasto alcançando valor máximo de 90,5% na altura de 20 cm.

Observou-se que somente o local do pasto com 30 cm apresentou valor inferior e mais próximo de 95% de IL (Figura 21). Esta seria a condição de pasto (95% de IL) em que ocorre a maior taxa de acúmulo de forragem (Parsons et al., 1988). Assim, de acordo com essa premissa, a manutenção do pasto com cerca de 30 cm de altura média permitiria que a máxima taxa de acúmulo de forragem fosse obtida com o capim-braquiária sob lotação contínua. O conceito de índice de área foliar crítico, condição na qual 95% da luz incidente é interceptada pelo dossel, tem demonstrado ser efetivo e válido para o manejo de gramíneas tropicais, especialmente sob lotação intermitente (Carnevalli et al., 2006; Barbosa et al., 2007; Trindade et al., 2007; Pedreira et al., 2007; Braga et al., 2009b).

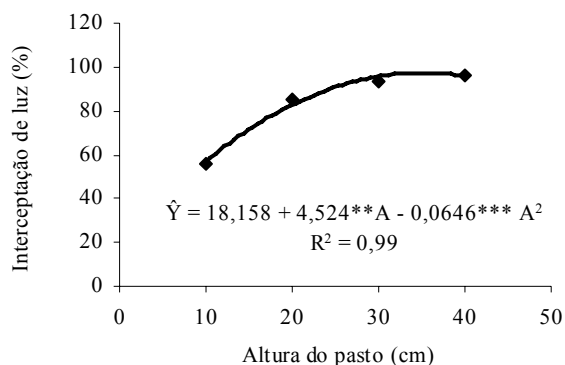


Figura 21 - Interceptação de luz pelo dossel em função da altura (A) da planta no mesmo pasto de capim-braquiária durante março a abril de 2008; ** Significativo pelo teste t (P<0,05); ***Significativo pelo teste t (P<0,10).

As plantas com 40 cm de altura interceptaram luz (97% de IL) acima do nível considerado ótimo para definição da condição adequada de manejo (95% de IL). Com isso, deduz-se que o capim-braquiária manejado com 40 cm possui estrutura desfavorável ao consumo e desempenho animal, pelo fato de, nessa condição, haver maior competição de luz entre os perfilhos, o que eleva a participação de colmo e de tecido morto na forragem produzida (Tabela 6 e Figura 20).

Além disso, para conciliar acúmulo de forragem e estrutura de pasto predisponente ao consumo, é possível que o pasto de capim-braquiária, sob lotação contínua, possa ser manejado com alturas entre 20 e 30 cm, mesmo que a interceptação de luz pelo dossel seja um pouco inferior ao nível de 95%. Contudo, é mister considerar que os dados obtidos nesse experimento corresponderam a um período de avaliação de dois meses, feito durante a transição do verão para o outono. Dessa maneira, para recomendações de manejo mais consistentes para a *B. decumbens* sob lotação contínua, devem ser realizados experimentos com maior duração, envolvendo todas as estações do ano, além de avaliações das respostas de plantas e animais aos distintos regimes de pastejo.

4.2. EXPERIMENTO 2: Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-braquiária sob lotação contínua

4.2.1. Características morfogênicas e estruturais

As estratégias de manejo do pastejo influenciaram a taxa de aparecimento foliar (TApF) do capim-braquiária de forma diferenciada ao longo das estações do ano, o que resultou na interação ($P < 0,10$) entre esses fatores (Tabela 8). Durante o inverno, o pasto rebaixado para 15 cm de altura média apresentou TApF superior ($P < 0,10$) quando comparado ao pasto com altura fixa de 25 cm. Todavia, durante as estações de primavera e verão, não ocorreu diferença ($P > 0,10$) nessa variável em função da estratégia de manejo do pastejo. A análise dos dados de filocrono permite constatar que seu padrão de resposta foi contrário ao observado para a TApF (Tabela 8), o que era esperado, haja vista que o filocrono corresponde ao inverso da TApF.

Tabela 8 – Taxa de aparecimento foliar e filocrono em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano

Altura do pasto (cm)	Estação do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
Taxa de aparecimento foliar (folha/perfilho.dia)				
25	0,01 bB	0,10 aA	0,11 aA	0,08
15-25	0,02 bA	0,11 aA	0,12 aA	0,08
Média	0,02	0,11	0,12	
Filocrono (dia/folha)				
25	98,4 aA	10,5 bA	8,9 bA	39,0
15-25	53,0 aB	9,2 bA	8,0 bA	23,4
Média	75,7	9,8	8,5	

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

O pasto mais baixo no inverno possuía perfilhos de menor tamanho e, dessa maneira, as lâminas foliares mais novas fizeram curto percurso no pseudocolmo para se expor, ou seja, a distância percorrida pela folha, desde o ponto de conexão com o meristema até a extremidade do pseudocolmo, foi menor (Skinner & Nelson, 1995). Com isso, o tempo necessário para a visualização de uma nova folha emergida foi menor, resultando na sua maior taxa de aparecimento foliar, bem como no seu filocrono inferior. Contrariamente, nos pastos mais altos durante o inverno, os perfilhos possuíam pseudocolmos mais longos e, por isso, o percurso das lâminas foliares em expansão até a sua emergência foi maior, o que resultou em maior filocrono e menor TApF.

Outro fator que pode justificar a maior TApF e o menor filocrono nos pastos de capim-braquiária mantidos com 15 cm no inverno diz respeito ao ambiente luminoso dentro do dossel. O rebaixamento do pasto para 15 cm resultou em maior penetração de luz no dossel e pode ter melhorado a qualidade dessa luz. Nesse sentido, tem-se demonstrado que a TApF aumenta com a redução no índice de área foliar do dossel, em associação com os altos níveis de luz azul (400 a 500 nm) e da maior relação vermelho (600 a 700 nm):vermelho distante (700 a 800 nm) nessa condição (Gautier et al., 1999; citado por Pedreira et al., 2001).

Com o rebaixamento do pasto de capim-braquiária para 15 cm no início do inverno, é possível incrementar o número de gemas com potencial de originar novos perfilhos. Essa assertiva é coerente, pois o número de folha formada determina a taxa potencial de aparecimento de perfilho, uma vez que existe uma gema na axila de cada nova folha surgida (Nelson, 2000).

É importante comentar que a redução da TApF no inverno foi muito acentuada, quando comparada às demais estações (Tabela 8). Isso pode suscitar dúvida a respeito do efeito do rebaixamento do pasto em causar incremento na TApF no inverno, a ponto desse resultado ser perceptível na prática. Entretanto, deve-se considerar o efeito positivo da diminuição da altura do pasto no inverno sobre o perfilhamento na próxima estação (Tabelas 15 e 18).

Quando a comparação é feita entre as estações do ano, observou-se ($P < 0,10$) que, no inverno, a TApF foi menor e o filocrono foi maior em relação à

primavera e ao verão (Tabela 8). Isso ocorreu devido às condições de clima adversas durante o inverno (Tabela 2), tais como menor temperatura, ínfima precipitação pluvial e reduzida insolação. De fato, o desenvolvimento de perfilhos é limitado pelo clima desfavorável (Nabinger & Pontes, 2001). No entanto, quando as condições climáticas voltaram a ser adequadas, na primavera e verão, houve aumento da TApF e redução do filocrono, independentemente do manejo do pastejo empregado.

A taxa de alongamento foliar (TAIF), assim como a taxa de alongamento de pseudocolmo (TAIC), foi influenciada apenas pela estação do ano (Tabela 9). Novamente, as razões para as menores taxas de alongamento de folha e de pseudocolmo no inverno foram as condições ambientais desfavoráveis ao crescimento da planta forrageira nessa estação (Tabela 2). Em verdade, a TAIF responde imediatamente às mudanças de temperatura do meio, de forma que a produção de tecidos segue suas variações sazonais (Lemaire & Agnusdei, 2000).

Tabela 9 – Taxa de alongamento foliar e taxa de alongamento de pseudocolmo em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano

Altura do pasto (cm)	Estação do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
Taxa de alongamento foliar (cm/perfilho.dia)				
25	0,095	1,350	1,609	1,018 A
15-25	0,124	1,521	1,409	1,018 A
Média	0,110 b	1,435 a	1,509 a	
Taxa de alongamento de pseudocolmo (cm/perfilho.dia)				
25	0,011	0,241	0,300	0,184 A
15-25	0,005	0,228	0,352	0,195 A
Média	0,008 c	0,235 b	0,326 a	

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

Observou-se que o valor médio de TAIF (1,02 cm/perfilho.dia) foi cerca de 5 vezes superior ao valor médio de TAIC (0,19 cm/perfilho.dia), o que indica grande participação relativa da lâmina foliar e baixa contribuição do pseudocolmo no crescimento do perfilho de capim-braquiária. Isso evidencia uma característica desejável no pasto sob as estratégias de manejo avaliadas, pois a lâmina foliar é o componente morfológico da planta de melhor valor nutritivo (Santos et al., 2008) e preferencialmente consumido por bovinos em pastejo (Trindade et al., 2007).

Adicionalmente, a relação entre TAIF/TAIC foi superior na primavera (6,1) em comparação ao inverno (1,4) e ao verão (4,6), o que pode ser indicativo de que na primavera houve melhores condições para o crescimento do pasto.

Com relação à duração de vida da folha (DVF), não houve efeito de interação ($P>0,10$) entre estratégia de manejo do pastejo e estação do ano. Contudo, seus valores foram maiores ($P<0,10$) no inverno e no pasto manejado sob altura fixa durante todo o período experimental (Tabela 10).

Tabela 10 – Duração de vida da folha (dia) em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano

Altura do pasto (cm)	Estação do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
25	147,9	39,2	38,3	75,1 A
15-25	129,7	33,2	34,8	65,9 B
Média	138,8 a	36,2 b	36,5 b	

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

A maior DVF verificada no pasto de capim-braquiária manejado com altura média fixa e igual a 25 cm pode ser atribuída ao seu maior filocrono (Tabela 8), já que o número de folha completamente expandida por perfilho não foi alterado pela estratégia de manejo do pastejo (Tabela 13). Essa justificativa baseia-se no fato de que a DVF foi calculada pela multiplicação dos dados de filocrono e de número de folha viva completamente expandida por perfilho.

Também é possível que, a lâmina foliar mais comprida nos pastos com 25 cm de altura, em relação àqueles rebaixados para 15 cm no inverno (Tabela 14), tenha demorado mais tempo para que mais da metade de seu comprimento total tornasse senescente e, assim, fosse considerada morta. Isso também explica a maior DVF no pasto manejado com altura fixa e igual a 25 cm.

A maior DVF no inverno pode ter sido uma resposta ao decréscimo da disponibilidade de nutrientes para a planta forrageira em decorrência, principalmente, do déficit hídrico ocorrido nessa época do ano, que limita a absorção de nutrientes pela planta via fluxo de massa e difusão no solo (Novaes & Smyth, 1999). Nessa condição, a maior DVF contribuiria para aumentar o tempo médio de permanência dos nutrientes na planta, aumentando a conservação dos mesmos em situação de recursos nutricionais escassos (Sbrissia, 2004). Uma consequência da maior conservação de nutrientes na planta durante o inverno foi a pequena taxa de alongamento foliar, bem como de pseudocolmo verificada nessa estação (Tabela 9), o que caracterizou um período de mínimo crescimento do pasto.

É oportuno ressaltar que a eficiência na conservação dos nutrientes, conferida pela maior DVF do capim-braquiária no inverno, é apropriada quando o ambiente é caracterizado por menor ocorrência de desfolhação (Sbrissia, 2004), fato que aconteceu no inverno, estação em que os pastos de capim-braquiária permaneceram sem animais, devido à necessidade de manutenção das alturas pretendidas.

Do ponto de vista de manejo, a maior DVF no inverno permitiria maximizar a eficiência de pastejo, em virtude da maior possibilidade desfolhações em uma mesma folha durante seu período de vida. Porém, no inverno, os pastos não foram pastejados e, assim, com a nula taxa de lotação nesta estação, o aumento da DVF não resultou em incremento na eficiência de pastejo (Figura 31).

Contrariamente, na primavera e no verão, estações em que os fatores ambientais de crescimento foram restabelecidos (Tabela 2) e épocas em que foram realizadas as adubações, a maximização do crescimento resultou em redução da DVF (Tabela 10). De fato, a baixa DVF tem sido reconhecida como

marcador de resposta de plantas relacionado à condição de meio favorável ao crescimento, como alta fertilidade do solo (Carvalho et al., 2006).

Em estações com clima favorável ao crescimento da planta forrageira, o aumento natural da taxa de lotação para manter a altura média do pasto relativamente constante resulta em maior eficiência de pastejo (Figura 31), mesmo que a duração de vida da folha diminua (Tabela 10).

Em razão da metodologia usada para estimar a DVF, observou-se que seu valor médio no inverno (139 dias) foi superior à duração da própria estação (Tabela 10). Desse modo, pode-se afirmar que as folhas que apareceram no inverno permaneceram vivas durante toda essa estação e morreram somente na estação seguinte (primavera), o que também explica o aumento da taxa de senescência foliar no início da primavera (Tabela 11).

No tocante à taxa de senescência foliar (TSeF), observou-se interação ($P < 0,10$) entre os fatores estudados sobre essa variável, de modo que, no inverno e na primavera, a TSeF foi maior ($P < 0,10$) nos pastos manejados com altura média de 25 cm do que naqueles rebaixados para 15 cm; enquanto que no verão não constatou-se diferença ($P > 0,10$) entre as estratégias de manejo do pastejo sobre a TSeF (Tabela 11).

Tabela 11 – Taxa de senescência foliar (cm/perfilho.dia) em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano

Altura do pasto (cm)	Estação do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
25	0,34 bA	0,51 aA	0,25 bA	0,37
15-25	0,18 bB	0,29 aB	0,19 abA	0,22
Média	0,26	0,40	0,22	

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

A menor TSeF no pasto mais baixo (15 cm) durante o inverno, estação com condição restritiva à produção de forragem (Tabela 2), pode ser atribuída à sua menor biomassa e superfície de perda de água por evapotranspiração, o que

resulta em menor exigência de recursos de crescimento pelo pasto e, por conseguinte, confere ao mesmo menores taxas respiratória e de senescência foliar (Sbrissia, 2004).

É relevante sublinhar que o acúmulo de tecidos senescentes decorrente da maior TSeF em pastos manejados com altura de 25 cm durante o inverno limita a incidência da luz nos extratos inferiores do pasto, o que restringe a taxa de aparecimento de perfilho pela diminuição da taxa de desenvolvimento das gemas em perfilhos (decréscimo no *site filling*) e, conseqüentemente, reduz o número de perfilhos no pasto (Tabela 16 e Figuras 23 e 24). Isso resulta em rebrotação mais lenta destes pastos após o restabelecimento das condições ambientais favoráveis na primavera. A premissa implícita nessa inferência é o efeito determinante e preponderante da quantidade e qualidade da luz sobre o perfilhamento de gramíneas (Lemaire, 2001).

Constatou-se também que, dentre as estações do ano, maiores valores de TSeF ocorreram na primavera (Tabela 11). Esse resultado está em consonância com aquele obtido por Wilson & Mannelje (1978), que constataram aumento da senescência foliar em *Panicum maximum* e *Cenchrus ciliaris* submetidos ao intenso estresse hídrico, seguido de períodos úmidos, uma condição ambiental comum no início da primavera.

A maior TSeF observada na primavera pode ser explicada por três fatores. Primeiramente, é possível que esse fato esteja relacionado à maior duração de vida das folhas registrada durante o inverno (Tabela 10), as quais vieram a senescer durante a primavera, conforme mencionado anteriormente. Como base para esse argumento, Lemaire & Agnusdei (2000) afirmaram que a porção da folha que senesce a cada dia corresponde à porção da folha produzida em período anterior.

O outro fator que pode ter acentuado a TSeF no pasto de capim-braquiária na primavera diz respeito à maior translocação de nutrientes dos órgãos em senescência para aqueles em desenvolvimento na planta. Dessa forma, com o aumento da temperatura, radiação solar e umidade do solo no início da primavera, as folhas podem ter iniciado imediatamente a senescência para prover nutrientes

e, conseqüentemente, auxiliar a expansão das novas folhas. Realmente, as maiores taxas de alongamento foliar do capim-braquiária ocorreram a partir da primavera (Tabela 9). Em verdade, existe a possibilidade de 50% do carbono e 80% do nitrogênio serem reciclados a partir das folhas senescentes e serem utilizados pela planta para a síntese de tecidos foliares (Lemaire & Agnusdei, 2000). A folha é geneticamente programada para morrer e, durante a senescência, enzimas hidrolíticas decompõem muitas proteínas, carboidratos e ácidos nucléicos. Os açúcares, nucleosídeos e aminoácidos componentes, além de muitos minerais, são, então, transportados via floema para outros órgãos da planta, onde serão reutilizados em processos de síntese (Taiz & Zeiger, 2006).

Além disso, no início da primavera (21/09/2008 a 13/10/2008) os pastos de capim-braquiária iniciaram a rebrotação, apresentando maior comprimento da lâmina foliar (Tabela 14). Nesse mesmo período, os pastos não foram utilizados sob pastejo, pois foi necessário esperar cerca de 20 dias para que as alturas médias dos mesmos fossem incrementadas para 25 cm, conforme preconizado no planejamento experimental. Na verdade, durante o início de primavera, a altura média dos pastos chegou a alcançar o valor de 30 cm, o que correspondeu ao período de maior desvio das condições do pasto em relação às metas almejadas (Figuras 7 e 8). Nessa situação, as folhas com maiores tamanhos e taxas de alongamento, em adição à condição de ausência de pastejo, acabaram senescendo de modo mais acentuado.

A maior taxa de senescência foliar na primavera (Tabela 11) foi acompanhada de maiores taxas de aparecimento (Tabela 8) e alongamento foliar (Tabela 9), o que fez com que o número de folhas vivas (NFV) por perfilho de capim-braquiária não fosse demasiadamente reduzido, e nem o número de folhas mortas (NFM) fosse incrementado nessa estação do ano (Tabela 12). Em verdade, o NFM manteve-se semelhante no inverno e na primavera e foi menor no verão, enquanto que o NFV foi menor no inverno e aumentou a partir da primavera (Tabela 12). As modificações no NFV e no NFM durante as estações do ano são decorrentes de variações ambientais, principalmente luminosidade (qualidade, duração e intensidade) e temperatura, com a época do ano.

Os valores de NFV (Tabela 12) foram semelhantes àqueles obtidos por Fagundes et al. (2006a), em trabalho com a mesma planta forrageira sob lotação contínua e adubada com nitrogênio. Neste trabalho, o capim-braquiária apresentou, em média, aproximadamente 5,1 folhas vivas por perfilho.

No que diz respeito à estratégia de manejo do pastejo, o NFM por perfilho não foi influenciado por esse fator. Já o NFV por perfilho foi influenciado pela estratégia de manejo do pastejo de forma característica em cada estação do ano, observando-se que, no inverno, o NFV foi maior no pasto rebaixado para 15 cm e, na primavera e verão, o NFV foi semelhante nos pastos sob os dois critérios de manejo avaliados (Tabela 12).

Tabela 12 – Número de folhas viva e morta em perfilho de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano

Altura do pasto (cm)	Estação do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
Número de folha viva				
25	2,4 cB	4,8 bA	5,4 aA	4,2
15-25	3,4 cA	4,6 bA	5,5 aA	4,5
Média	2,9	4,7	5,4	
Número de folha morta				
25	2,1	1,8	1,2	1,7 A
15-25	1,9	1,6	1,2	1,6 A
Média	2,0 a	1,7 a	1,2 b	

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

O maior NFV no pasto com 15 cm no inverno, quando cotejado ao pasto com altura média de 25 cm, se deve à maior TApF (Tabela 8), somada à ocorrência de menor taxa de senescência (Tabela 11). Essa justificativa é coerente se considerarmos que o NFV por perfilho, apesar de determinado geneticamente, pode variar com o ambiente (Chapman & Lemaire, 1993).

A folha viva pode ser classificada como completamente expandida ou em expansão. Nesse sentido, também foram mensurados os números de folhas expandida (NFEx) e em expansão (NFEmEx) do capim-braquiária nas estações (Tabela 13). Para o NFEmEx, houve efeito de interação ($P < 0,10$) entre os fatores estudados, sendo verificado menor valor no inverno em pasto com altura média de 25 cm. Por outro lado, o rebaixamento do pasto para 15 cm no início do inverno resultou em manutenção do NFEmEx por perfilho semelhante entre as estações do ano. Esse resultado pode ser legitimado pela maior taxa de aparecimento foliar do pasto rebaixado para 15 cm no inverno (Tabela 8), a despeito da menor longevidade de sua folha (Tabela 10).

Tabela 13 – Número de folhas em expansão e completamente expandida em perfilho de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano

Altura do pasto (cm)	Estação do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
Número de folha em expansão				
25	0,6 bB	1,0 aA	1,1 aA	0,9
15-25	1,0 aA	1,0 aA	1,1 aA	1,0
Média	0,8	1,0	1,1	
Número de folha expandida				
25	1,8	3,8	3,6	3,0 A
15-25	2,4	3,6	4,3	3,5 A
Média	2,1 b	3,7 a	4,0 a	

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

As estratégias de manejo não influenciaram ($P > 0,10$) a NFEx, mas as estações determinaram suas mudanças, de modo que o menor NFEx ocorreu no inverno (Tabela 13). Esse resultado se deve, principalmente, à menor taxa de aparecimento foliar no inverno (Tabela 8).

Adicionalmente, em condições de estresse hídrico, comum no inverno, a taxa de alongamento foliar foi reduzida (Tabela 9), mas é possível que a produção de

primórdios foliares no meristema apical tenha continuado ou reduzido menos acentuadamente (Nelson, 2000). Dessa maneira, mesmo com o incremento do filocrono no inverno, pode não ter ocorrido elevação proporcional no plastocrono, que corresponde ao intervalo de aparecimento de dois primórdios foliares consecutivos no meristema do perfilho. Assim, quando as condições hídricas foram restabelecidas na primavera e verão, juntamente com o efeito das adubações realizadas nessas estações, esses primórdios foliares passaram a expandir rapidamente, elevando o NFEx por perfilho de capim-braquiária.

Os valores de NFEmEx e de NFEx (Tabela 13) foram similares aos obtidos por Fagundes et al. (2006a), que verificaram em pasto de capim-braquiária adubado com nitrogênio e manejado em lotação contínua 1,1 e 3,9 folhas em expansão e expandidas por perfilho, respectivamente.

As demais características estruturais dos perfilhos de capim-braquiária, como o comprimento da lâmina foliar (CLF) e o comprimento do pseudocolmo (CP), também foram influenciadas ($P < 0,10$) pelos fatores em estudo de forma interativa (Tabela 14). O CLF foi semelhante entre as estratégias de manejo do pastejo no verão, mas, quando essas estratégias foram cotejadas no inverno e na primavera, constataram-se menores valores nos pastos submetidos ao rebaixamento para 15 cm no inverno. Com relação às estações do ano, de forma geral e nas duas estratégias de manejo do pastejo avaliadas, o menor CLF ocorreu no inverno e os maiores, na primavera e verão (Tabela 14).

A diminuição da altura média do pasto no início do inverno para 15 cm foi responsável pelo menor CLF dos perfilhos nessa estação e na seguinte. Com o rebaixamento do pasto, houve redução no comprimento do pseudocolmo (Tabela 14) e as folhas mais novas fizeram menor percurso para se expor. Assim, a distância percorrida pela folha, desde o ponto de conexão com o meristema até a extremidade do pseudocolmo, foi menor, resultando no seu menor comprimento (Skinner & Nelson, 1995).

Além disso, a tendência geral de aumento do CLF a partir da primavera é decorrente da melhoria das condições ambientais, especialmente temperatura e luminosidade, a partir dessa estação do ano (Tabela 2). Esse padrão de resposta

é similar ao relatado por Fagundes et al. (2006a), que avaliaram a *B. decumbens* nas quatro estações do ano, sob lotação contínua com bovinos e níveis de adubo nitrogenado. Realmente, os valores de taxa de alongamento foliar também aumentaram após o inverno (Tabela 9), quando as condições climáticas passaram a ser mais predisponentes ao crescimento do pasto (Tabela 2).

Tabela 14 – Comprimento (cm) da lâmina foliar e do pseudocolmo em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano

Altura do pasto (cm)	Estação do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
Comprimento da lâmina foliar				
25	10,3 bA	13,2 aA	13,3 aA	12,3
15-25	7,0 cB	12,1 bB	13,9 aA	11,0
Média	8,6	12,6	13,6	
Comprimento do pseudocolmo				
25	18,3 bA	23,6 aA	19,5 bA	20,5
15-25	8,7 bB	17,0 aB	20,0 aA	15,2
Média	13,5	20,3	19,8	

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

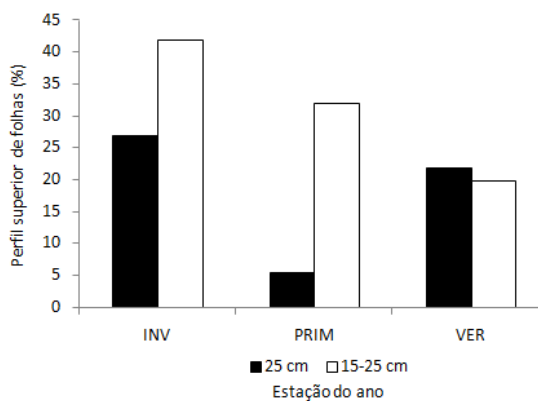
O efeito de interação entre estação do ano e estratégia de manejo do pastejo também foi verificado para o comprimento do pseudocolmo (CP) em pastos de capim-braquiária. O menor valor de CP (8,7 cm) foi observado no inverno e, especialmente, no pasto rebaixado para 15 cm de altura média. Nas demais estações, o valor de CP foi relativamente semelhante e próximo de 20,0 cm (Tabela 14).

O pastejo mais intenso ocorrido no início do inverno nos pastos manejados com 15 cm resultou em eliminação do meristema apical de muitos perfilhos, que tiveram, com isso, seu comprimento reduzido. Esse pastejo intenso também estimulou o surgimento de novos perfilhos, com menor estágio de maturidade e que foram escolhidos para as avaliações morfogênicas. Dessa forma, esses

perfilhos já possuíam, inicialmente, menor CP no inverno e também na primavera subsequente. Santos et al. (2009a) também relataram menor CP em perfilhos vegetativos mais jovens nos pastos diferidos de *B. decumbens*.

Em geral, no inverno, independentemente da estratégia de manejo do pastejo avaliada, houve menor valor de CP, o que está relacionado ao menor crescimento dos perfilhos nesse período, fato que pode ser comprovado quando se recorda que menor taxa de alongamento de pseudocolmo também ocorreu no inverno (Tabela 9).

É possível considerar que a diferença entre a altura média do pasto e o comprimento do pseudocolmo corresponde, de forma aproximada, à porção superior do dossel, que é constituída basicamente por lâminas foliares. Com base nessa aproximação, verificou-se que, no inverno e na primavera, pastos mantidos mais baixos (15 cm) possuíam maior participação de lâminas foliares no seu perfil vertical superior, em comparação aos pastos manejados com 25 cm de altura (Figura 22).



25 cm: pastos mantidos com 25 cm de altura média durante todo o período experimental.
15-25 cm: pastos com 15 cm no inverno e 25 cm na primavera e verão.

Figura 22 – Estimativa do perfil relativo superior de lâminas foliares em pastos de capim-braquiária manejados sob lotação contínua e com altura fixa (25 cm) ou variável (15 – 25 cm) durante as estações do ano.

Realmente, no inverno e na primavera, havia 42% e 32% de lâminas foliares, respectivamente, na parte superior dos pastos rebaixados para 15 cm no inverno. Por outro lado, nos pastos manejados com 25 cm, menores valores relativos de

lâminas foliares nos perfis superiores ocorreram no inverno (27%) e na primavera (5,6%). No verão, o perfil relativo de lâmina foliar superior foi semelhante (21%, em média) nos pastos submetidos às duas estratégias de manejo. Esses resultados revelam a vantagem em realizar o rebaixamento do capim-braquiária para 15 cm no início do inverno, pois, com isso, o pasto apresenta maior participação de folhas no estrato superior e, desse modo, possui estrutura mais favorável ao crescimento da planta forrageira e ao consumo animal.

4.2.2. Dinâmica do perfilhamento e densidade populacional de perfilho

A taxa de aparecimento de perfilho (TApP) foi menor ($P < 0,10$) no inverno e manteve-se em patamares mais altos na primavera e no verão. A estratégia de manejo do pastejo também afetou a TApP, que incrementou com o rebaixamento do pasto para 15 cm no inverno em comparação à manutenção dos mesmos em 25 cm em todas as estações (Tabela 15).

Tabela 15 – Taxa de aparecimento de perfilho basal (%) em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano

Altura do pasto (cm)	Estação do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
25	3,0	35,9	37,3	25,4 B
15-25	6,5	51,0	45,3	34,2 A
Média	4,7 b	43,5 a	41,3 a	

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

A menor TApP no inverno foi devido às condições de clima desfavoráveis ao crescimento do pasto nessa estação, caracterizada por menores temperatura, precipitação e insolação diária (Tabela 2). Essas condições ambientais influenciam o desenvolvimento das gemas localizadas nas porções basais e, ou, laterais da planta (Pedreira et al., 2001). Por outro lado, na primavera e no verão, quando as

condições de clima foram propícias ao desenvolvimento do pasto, a TApP foi superior.

Durante todo o período experimental, no pasto mantido com 15 cm de altura média no inverno, a TApP foi, em média, 35% superior àquela observada no pasto sob altura média de 25 cm. Esse resultado confirma uma das hipóteses testadas nesse experimento, indicando que pasto mais baixo no inverno apresenta melhor condição de rebrotação no próprio inverno e, nas estações subseqüentes, sobretudo na primavera.

Em dosséis baixos, a maior incidência de luz na base das plantas estimula o perfilhamento (Carvalho et al., 2000; Sbrissia & Da Silva, 2008), especialmente quando a condição ambiental volta a ser favorável ao desenvolvimento da planta, situação comum na primavera. Em adição, pasto com menor altura média no inverno possuiu menor taxa de senescência foliar (Tabela 11), o que certamente reduziu a quantidade de tecidos mortos no estrato inferior do pasto, propiciando maior luminosidade sobre as gemas basais e, por conseguinte, estimulando o perfilhamento.

O estímulo ao aparecimento de perfilhos no pasto de capim-braquiária com menor altura média no inverno (Tabela 15) otimizou seu *site filling*, ou seja, fez com que maior percentual de gemas basais se desenvolvesse em perfilhos. Em verdade, o rebaixamento do pasto para 15 cm no inverno elevou o *site filling* em 28% em comparação ao pasto manejado com 25 cm de altura média durante todas as estações do ano (Tabela 16).

Tabela 16 – *Site filling* (perfilho/folha) de perfilho basal em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano

Altura do pasto (cm)	Estação do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
25	0,082	0,120	0,110	0,104 B
15-25	0,125	0,152	0,121	0,133 A
Média	0,103 b	0,136 a	0,116 ab	

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

Com relação às estações, o *site filling* foi inferior no inverno, superior na primavera e de magnitude intermediária no verão (Tabela 16). Provavelmente, muitas gemas basais do capim-braquiária estavam em estado de quiescência durante os meses de inverno, apresentando baixa atividade metabólica devido às condições desfavoráveis, o que resultou em menor aparecimento de perfilhos (Tabela 15) e, com efeito, no menor *site filling* nessa estação. Contudo, a partir da primavera, com a retomada das condições ambientais favoráveis ao crescimento do pasto (Tabela 2), o estado de quiescência das gemas foi interrompido, o aparecimento de perfilhos foi mais intenso e, com isso, o *site filling* aumentou.

Os valores de *site filling* de perfilhos basais de capim-braquiária variaram de 0,082 a 0,152 perfilho/folha (Tabela 16), inferiores àqueles reportados por Giacomini (2007) para o capim-marandu manejado sob regimes de lotação intermitente (0,113 a 0,249 perfilho/folha). As distintas condições de ambiente e de manejo, além do fato das gramíneas serem de espécies diferentes, justificam os específicos valores de *site filling*.

A taxa de mortalidade de perfilho (TMoP) também foi influenciada ($P < 0,10$) pela estação do ano, observando-se valores decrescentes na primavera, verão e inverno, respectivamente. Entretanto, não houve efeito ($P > 0,10$) das estratégias de manejo do pastejo sobre a TMoP (Tabela 17).

Tabela 17 – Taxa de mortalidade de perfilho basal (%) em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano

Altura do pasto (cm)	Estação do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
25	3,4	21,6	17,3	14,1 A
15-25	6,1	20,7	12,8	13,2 A
Média	4,7 c	21,2 a	15,1 b	

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

Durante o inverno, apesar da ausência de diferença estatística ($P>0,10$), a TMoP foi quase duas vezes maior no pasto rebaixado para 15 cm em relação ao pasto manejado com 25 cm. Possivelmente, com o rebaixamento do pasto, houve maior eliminação do meristema apical dos perfilhos, o que pode determinar sua mortalidade (Gomide, 1994). Por outro lado, nas demais estações, as diferenças de TMoP entre as estratégias de manejo foram de menor magnitude.

A maior TMoP na primavera (Tabela 17) é coincidente com a maior TApP nessa mesma estação (Tabela 15), o que indica alta renovação de perfilhos no pasto de capim-braquiária. Na estação seguinte (verão), a TMoP reduziu, mas a TApP continuou alta, demonstrando que a renovação de perfilhos, iniciada na primavera, continuou no verão. Com isso, a densidade populacional de perfilho basal foi incrementada no decorrer das estações (Figuras 23 e 24; Tabela 22).

A diferença entre a taxa de aparecimento e a taxa de mortalidade de perfilhos de capim-braquiária permitiu calcular o balanço entre essas variáveis (Tabela 18). As estratégias de manejo e as estações do ano influenciaram, de forma independente, esse balanço. O rebaixamento do pasto no inverno resultou em maior balanço entre a TApP e a TMoP, em relação ao manejo do pastejo com altura do pasto fixa em 25 cm nas três estações. O menor balanço entre TApP e TMoP ocorreu no inverno, período em que seu valor foi nulo. Já na primavera e no verão os valores de balanço foram mais altos e não diferiram (Tabela 18).

Tabela 18 – Balanço entre aparecimento e mortalidade de perfilho em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano

Altura do pasto (cm)	Estação do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
25	-0,4	14,3	19,9	11,3 B
15-25	0,4	30,3	32,4	21,1 A
Média	0,0 b	22,3 a	26,2 a	

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

O padrão de resposta do capim-braquiária em relação à TApP e à TMoP caracteriza a estratégia dessa planta forrageira em manter e assegurar sua perenidade através da alta renovação de perfilhos na primavera e no verão. A partir do verão, quando as condições de meio começam progressivamente a desfavorecer o desenvolvimento do capim-braquiária, é possível que outras estratégias de perenização dessa espécie sejam desencadeadas, como a produção de sementes via florescimento dos perfilhos, que iniciou no final do verão (Figura 26).

O balanço positivo entre as taxas de aparecimento e mortalidade de perfilhos na primavera e no verão indica que, com a renovação de perfilhos ocorrida nessas estações, a idade média da população de perfilhos no pasto foi reduzida, o que tem implicações agronômicas importantes. Realmente, as características morfogênicas são influenciadas pela idade do perfilho, de forma que perfilhos mais jovens possuem maiores taxas de aparecimento e alongamento de folhas (Barbosa, 2004, Paiva, 2009). Com isso, pode-se afirmar que o aumento da produção de forragem nos pastos de capim-braquiária no início da primavera (Fagundes et al., 2005; Moreira et al., 2009) ocorre devido, dentre outros fatores, à menor idade média dos perfilhos no pasto. Além disso, perfilhos mais jovens são de melhor composição morfológica e valor nutritivo (Santos et al., 2006) e mais responsivos à adubação nitrogenada, o que potencializa os benefícios de práticas agronômicas e de uso de insumos (Da Silva et al., 2008).

Também é importante ressaltar que o rebaixamento do pasto para 15 cm de altura no início inverno não comprometeu o balanço entre aparecimento e mortalidade de perfilhos, conforme se poderia hipotetizar. Mesmo que a realização do pastejo mais intenso imediatamente antes do inverno, a fim de diminuir a altura média do pasto para 15 cm, incremente a mortalidade dos perfilhos (Tabela 17) via eliminação dos seus meristemas apicais (Carvalho et al. 2000), a manutenção de pastos mais baixos no inverno, época em que a disponibilidade de fatores de crescimento foi limitada, pode resultar em menores perdas respiratórias e evitar ocorrência de períodos com acentuado balanço energético negativo de carbono na planta (Sbrissia, 2004), o que minimiza a mortalidade de perfilhos (Tabela 17).

A taxa de sobrevivência de perfilho (TSoP), calculada subtraindo-se de 100 o valor da taxa de mortalidade de perfilho, não foi modificada pelas estratégias de manejo do pastejo, porém foi influenciada pela estação do ano (Tabela 19). Os maiores valores de TSoP, em ordem decrescente, ocorreram no inverno, no verão e na primavera.

A maior sobrevivência dos perfilhos no inverno é reflexo da menor taxa de mortalidade nesse período (Tabela 17) e pode ser estratégia ecológica do capim-braquiária de conservação de nutrientes. Essa estratégia é interessante, pois a absorção dos nutrientes pela planta, via fluxo de massa e, ou, difusão, é dificultada no inverno em razão do déficit hídrico no solo (Novaes & Smyth, 1999).

Tabela 19 – Taxa de sobrevivência de perfilho basal (%) em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano

Altura do pasto (cm)	Estação do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
25	96,6	78,4	82,7	85,9 A
15-25	93,9	79,3	87,2	86,8 A
Média	95,3 a	78,8 c	84,9 b	

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

De outra forma, a menor sobrevivência de perfilhos na primavera indica mudança de estratégia ecológica do capim-braquiária, pois a planta forrageira, provavelmente, passou a priorizar a translocação dos nutrientes dos tecidos em senescência para os tecidos em crescimento (Taiz & Zeiger, 2006). Em adição, o decréscimo da sobrevivência de perfilho na primavera comprova que a idade média da população de perfilhos no pasto foi menor nessa estação.

Outro aspecto importante e interferente na TSoP diz respeito à ausência de pastejo apenas durante os meses de inverno, o que também pode ter contribuído para a superior sobrevivência dos perfilhos de capim-braquiária nessa estação.

A análise dos dados das taxas de aparecimento e de sobrevivência de perfilho evidencia a existência de um mecanismo compensatório entre essas

características nos pastos de capim-braquiária, que tende a estabilizar a população de perfilhos e, assim, garantir sua persistência na área sob condições ambientais distintas. Com efeito, no inverno, a fim de compensar a redução na taxa de aparecimento (Tabela 15), os perfilhos sobreviveram por mais tempo (Tabela 19). Já na primavera e verão, períodos em que a taxa de aparecimento foi maior (Tabela 15), os perfilhos tiveram menor longevidade (Tabela 19). Essa compensação é, portanto, determinante da magnitude da população de perfilho no pasto sob condições ambientais específicas.

Outra forma de analisar, concomitantemente, o aparecimento e a sobrevivência de perfilhos no pasto pode ser conseguida pelo cálculo do índice de estabilidade (IE) (Tabela 20). De forma geral, IE menor que 1 indica que o pasto tem taxa de aparecimento relativa menor do que a taxa de sobrevivência para um mesmo período, indicando instabilidade da população de plantas no pasto (Sbrissia, 20004). Nesse sentido, constatou-se que o IE foi maior na primavera e no verão, quando cotejado ao inverno. Adicionalmente, a manutenção do pasto mais baixo durante o inverno resultou em maior IE em comparação aos pastos mantidos com maior altura média no inverno (Tabela 20).

Tabela 20 – Índice de estabilidade em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano

Altura do pasto (cm)	Estação do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
25	0,995	1,065	1,134	1,065 B
15-25	1,000	1,198	1,266	1,155 A
Média	0,998 b	1,131 a	1,200 a	

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

Vale salientar que, mesmo no inverno, o IE do capim-braquiária foi praticamente igual a 1, independentemente da estratégia de manejo do pastejo empregada. Dessa forma, deduz-se que os pastos de capim-braquiária mantiveram-se estáveis durante o inverno. Ademais, na primavera e no verão, a

taxa de aparecimento de perfilho incrementou, em termos proporcionais, mais do que a diminuição ocorrida na taxa de sobrevivência dos perfilhos, o que resultou no acréscimo do IE dos pastos.

Com relação à estratégia de manejo do pastejo, a maior estabilidade da população de perfilhos nos pastos rebaixados para 15 cm no início do inverno, principalmente na primavera e no verão, se deve à otimização do *site filling* nessa condição de manejo (Tabela 16).

Nesse sentido, é possível afirmar que o pasto de capim-braquiária mantido com menor altura média no inverno torna-se mais estável, porque apresenta maior resistência e maior resiliência. Em verdade, o pasto de capim-braquiária mantido mais baixo no inverno é capaz de resistir melhor às condições climáticas desfavoráveis vigentes nessa estação (déficit hídrico e baixa temperatura) e nessa região (Zona da Mata de Minas Gerais). Ademais, o pasto de capim-braquiária manejado com menor altura no inverno também tem maior capacidade de retomar seu crescimento após o inverno (Tabelas 15 e 16), o que demonstra sua maior resiliência.

A maior estabilidade em pastos baixos no inverno (15 cm) foi obtida em condições de clima desfavoráveis ao crescimento do pasto (Tabela 2) e características da Zona da Mata de Minas Gerais. Contudo, em regiões em que o clima é mais adverso ou bem mais restritivo à planta forrageira, tal como em localidades onde ocorrem geadas durante o inverno, é preciso realizar estudos específicos com o objetivo de verificar se o rebaixamento do pasto também é estratégia adequada de manejo do capim-braquiária.

Dentre as estações avaliadas, o florescimento do capim-braquiária ocorreu apenas no verão (Tabela 21) e, mesmo assim, com pouca intensidade. Resultado semelhante foi obtido por Moraes et al. (2006) em avaliação da *B. decumbens* cv. Basilisk sob lotação contínua e adubada com nitrogênio na mesma área experimental. Esses autores relataram que a maior emissão de perfilhos reprodutivos aconteceu nos meses de verão; e nos meses de inverno e primavera, o florescimento foi ínfimo. Da mesma forma e corroborando esses resultados, de

acordo com revisão feita por Santos & Bernardi (2005), a *B. decumbens* cv. Basilisk possui maior florescimento nos meses de janeiro e março (verão).

Tabela 21 – Taxa de florescimento de perfilho basal (%) em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano

Altura do pasto (cm)	Estação do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
25	0,0	0,0	0,2	0,1
15-25	0,0	0,0	0,9	0,3
Média	0,0	0,0	0,5	

A partir dos dados originais de contagem de perfilhos, também foram gerados gráficos da dinâmica de perfilhamento do capim-braquiária, em que se pode observar o decréscimo mensal no número de perfilhos por geração e a oscilação mensal da população de perfilhos nos pastos (Figuras 23 e 24).

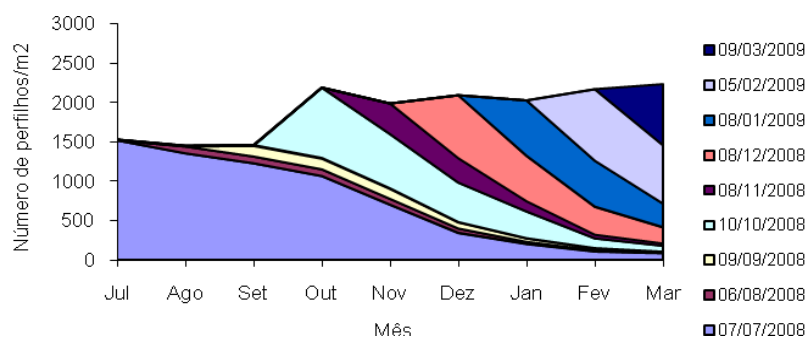


Figura 23 - Padrão demográfico do perfilhamento em pasto de capim-braquiária mantido em 25 cm de altura média sob lotação contínua com bovinos.

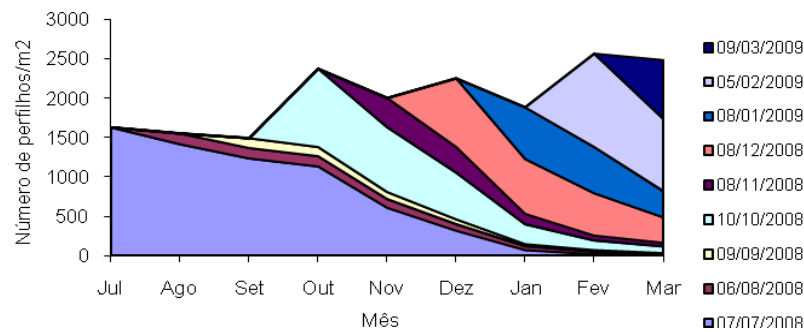


Figura 24 - Padrão demográfico do perfilhamento em pasto de capim-braquiária mantido em 15 cm de altura no inverno e 25 cm de altura na primavera e verão sob lotação contínua com bovinos.

Em todas as estratégias de manejo do pastejo, houve menor densidade populacional de perfilho nos meses de inverno, porém o número de perfilho foi incrementado a partir de início de outubro (primavera). No início da primavera (outubro), houve aumento médio de 71% na população de perfilhos, independentemente da estratégia de manejo do pastejo avaliada, caracterizando intensa renovação de perfilho nessa estação. De acordo com Langer (1979), a produção de perfilhos é controlada pela disponibilidade de água, luz, temperatura e nutrientes (principalmente nitrogênio) e, em menor escala, fósforo e potássio, além do estágio de desenvolvimento da planta. A ação de todos esses fatores, em conjunto e com magnitudes variáveis, determinara o aparecimento e a morte de perfilhos que aconteceram durante os meses do ano nos pastos de capim-braquiária.

De forma geral, os perfilhos marcados no início de julho mantiveram significativa contribuição durante o inverno e reduziu mais intensamente a partir da primavera (Figuras 23 e 24). Na primavera e no verão, as novas gerações de perfilhos foram as que mais contribuíram para a densidade populacional total de perfilhos. Esse padrão de resposta demonstra que, de meados da primavera em diante, pastos de capim-braquiária possuem pouca participação relativa de perfilhos mais velhos, oriundos de estações anteriores, o que confirma sua alta taxa de renovação de perfilhos.

Para a estratégia de manejo do pastejo caracterizada pela redução da altura média do pasto para 15 cm no inverno, observou-se que as participações relativas de perfilhos marcadas durante o inverno, primavera e verão corresponderam a 1,3%; 18,5; e 80,2%, respectivamente, de todos os perfilhos existentes no término do período experimental (março de 2009). Resultados semelhantes foram verificados com a estratégia de manejo em que os pastos foram mantidos com 25 cm de altura média durante todas as estações, onde os percentuais de perfilhos marcados no inverno, primavera e verão foram de 4,4%; 14,4; e 81,2%, respectivamente, em relação à população final de perfilhos (março de 2009). Esses dados revelam alta renovação de perfilhos no verão em pastos de capim-braquiária. Assim, práticas de manejo do pastejo devem ser idealizadas com o objetivo de permitir a expressão desse padrão de reposta.

É relevante sublinhar que a variação na estrutura do pasto durante o período experimental não foi completamente controlada nos locais de avaliação da dinâmica da população de perfilhos. No início do período experimental foram escolhidos locais que representavam as condições médias dos pastos, porém ocorreram mudanças na altura das plantas nesses locais no decorrer do período experimental, em virtude da variabilidade temporal na estrutura horizontal do pasto, inerente ao ecossistema pastagem (Experimento 1). Como os locais de avaliação foram fixos nos pastos, as alterações nas taxas de aparecimento e mortalidade de perfilhos devem ser atribuídas não apenas aos efeitos de tratamentos, mas também às variações nas estruturas do pasto, que alteraram o microclima em que a dinâmica do perfilhamento foi avaliada. Nesse contexto, ao término do período experimental, ocorreram variações nas alturas dos pastos nos locais de avaliação da dinâmica de perfilhos em relação à altura média do pasto. De fato, nos locais de avaliação da dinâmica de perfilhamento, o capim-braquiária deveria estar com altura média de 25 cm ao término do experimento, o que não ocorreu (Figura 25).

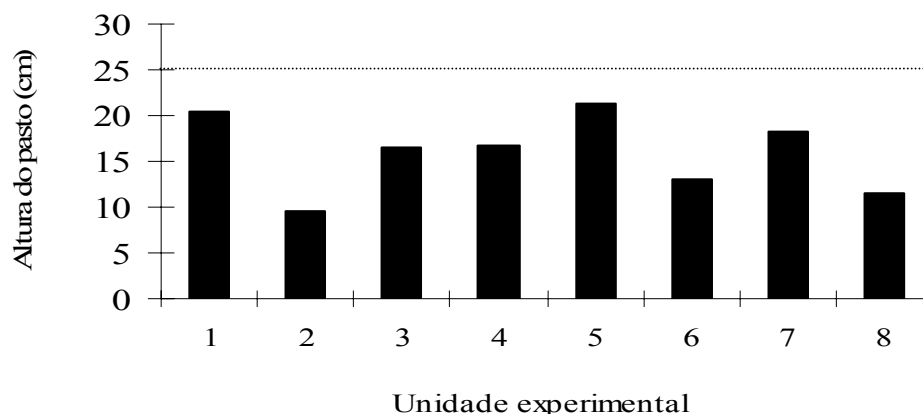


Figura 25 - Altura dos pastos nos locais das avaliações de dinâmica de perfilhamento do capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com 25 cm de altura média no término do período experimental (março de 2009).

A metodologia de avaliação da dinâmica da população de perfilhos utilizada nesse trabalho também pode ter superestimado os valores de taxa de aparecimento e de mortalidade de perfilhos e, com efeito, influenciado os valores de densidade populacional de perfilhos visualizados nas figuras 23 e 24. A manipulação mensal dos perfilhos pode ter permitido maior incidência de luz no dossel, o que provavelmente estimulou o perfilhamento. De fato, maiores valores de densidade populacional média de perfilhos foram obtidos nos locais de avaliação da dinâmica de perfilhos (1.964 perfilhos/ m^2) em comparação aos locais amostrados de maneira independente (1.847 perfilhos/ m^2). Além disso, a marcação mensal dos perfilhos, por mais cuidadosa que seja, também pode ter causado distúrbio nas plantas, principalmente nos perfilhos recém surgidos e de pequeno tamanho, o que também contribuiu para a sua mortalidade.

Face ao exposto, também foi determinada, de forma destrutiva, a densidade populacional de perfilho em outros locais dos pastos que, no momento da amostragem, sempre representavam as suas condições médias. Com isso, verificou-se que o número de perfilho vegetativo foi menor ($P < 0,10$) no inverno em relação à primavera e ao verão. Ademais, o rebaixamento do pasto para 15 cm no inverno resultou em superior número de perfilho vegetativo (Tabela 22).

Tabela 22 – Densidade populacional de perfilhos vegetativo, reprodutivo e morto em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano

Altura do pasto (cm)	Estação do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
Perfilho vegetativo/m ²				
25	1.576	1.675	1.728	1.659 B
15-25	1.664	1.943	1.949	1.852 A
Média	1.620 b	1.809 a	1.838 a	
Perfilho reprodutivo/m ²				
25	2	22	224	83 A
15-25	1	38	264	101 A
Média	2 b	30 b	244 a	
Perfilho morto/m ²				
25	679	489	670	613 A
15-25	652	492	556	566 B
Média	665 a	490 b	613 ab	

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

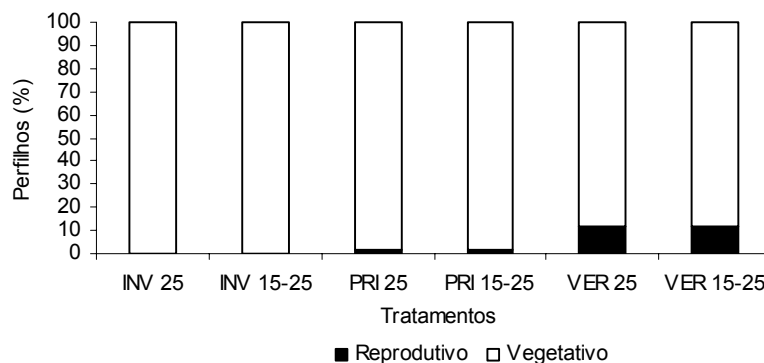
Os maiores balanços entre aparecimento e mortalidade de perfilhos de capim-braquiária durante a primavera e verão (Tabela 18) determinaram o incremento da população de perfilho nessas estações. De maneira semelhante, a superioridade no número de perfilho vegetativo no pasto rebaixado para 15 cm no inverno é devido ao maior surgimento de perfilho em relação à sua mortalidade nessa condição de manejo (Tabela 18).

No que diz respeito ao perfilho reprodutivo, houve incremento do seu número no verão (Tabela 22), o que pode ser justificado pela maior taxa de florescimento do perfilho nessa estação (Tabela 21). Com relação ao manejo, não houve efeito das estratégias sobre a densidade de perfilho em estágio reprodutivo (Tabela 22).

Ressalta-se que a participação relativa de perfilho reprodutivo no pasto de capim-braquiária foi bastante reduzida durante as estações, independentemente do manejo do pastejo adotado. No inverno, na primavera e no verão, as contribuições do perfilho reprodutivo na população total de perfilho vivo foram de 0,1%; 1,6%; e 11,7%, respectivamente. Em verdade, o perfilho em estágio vegetativo apresentou participação majoritária (95,5%, em média) na densidade populacional de perfilho vivo no pasto (Figura 26). Esses resultados caracterizam a efetividade das estratégias de manejo do pastejo em controlar o florescimento e, com efeito, o alongamento do colmo do capim-braquiária.

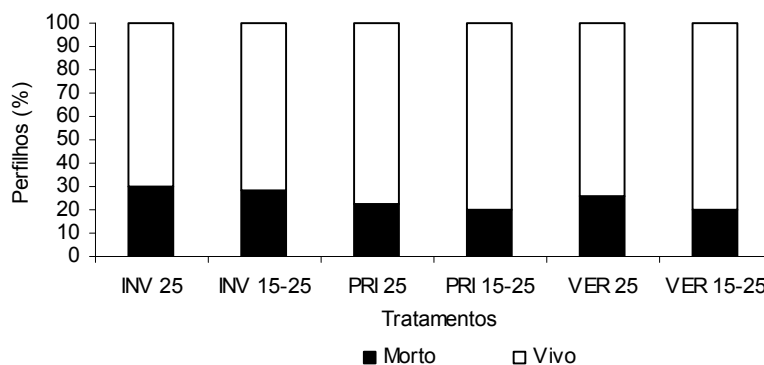
Com relação ao número de perfilho morto, sua maior ($P < 0,10$) ocorrência foi no inverno (Tabela 22), provavelmente, em virtude das condições de clima desfavoráveis ao desenvolvimento da planta nessa estação (Tabela 2). Os pastos manejados com altura média fixa de 25 cm também possuíram maior número de perfilho morto (Tabela 22). Ainda assim, a participação relativa do perfilho morto na populacional total de perfilho foi pequena nas estações, com valores de 29%, 21% e 23% no inverno, na primavera e no verão, respectivamente (Figura 27).

É relevante sublinhar a possibilidade de que os perfilhos mortos e quantificados no início do inverno possam ter origem nas estações anteriores, sobretudo no outono antecedente, período em que grande parte dos perfilhos em estágio reprodutivo completa seu ciclo fenológico. Do mesmo modo, em função da metodologia empregada (realização de cortes e contagem dos perfilhos em épocas distintas), é possível que os perfilhos mortos em uma estação possam ter sido computados na estação seguinte.



INV: inverno; PRI: primavera; VER: verão; 25: pasto mantido com altura fixa e igual a 25 cm; 15-25: pasto mantido em 15 cm no inverno e 25 cm nas demais estações.

Figura 26 - Participação relativa de perfilhos reprodutivo e vegetativo no pasto de capim-braquiária submetido às estratégias de pastejo em lotação contínua nas estações do ano.



INV: inverno; PRI: primavera; VER: verão; 25: pasto mantido com altura fixa e igual a 25 cm; 15-25: pasto mantido em 15 cm no inverno e 25 cm nas demais estações.

Figura 27 - Participação relativa de perfilhos morto e vivo no pasto de capim-braquiária submetido às estratégias de pastejo em lotação contínua nas estações do ano.

4.2.3. Dinâmica do acúmulo de forragem

Pastos de capim-braquiária apresentaram taxa de crescimento de folha (TCF) menor ($P < 0,10$) no inverno em comparação à primavera e ao verão. Em adição, pastos mantidos com 15 cm no inverno expressaram maior TCF do que aqueles manejados com altura fixa e igual a 25 cm em todas as estações (Tabela 23).

A menor disponibilidade de fatores de crescimento no inverno (Tabela 2) justifica o inferior valor de TCF nessa estação. Os processos de formação e crescimento de folhas e perfilhos são sensíveis às condições climáticas desfavoráveis (Fagundes et al., 2006a; Moraes et al., 2006), porque a divisão e, principalmente, o crescimento das células são sensíveis ao turgor celular (Ludlow & NG, 1997), que é prejudicado pelo déficit hídrico no solo típico no inverno.

Tabela 23 – Taxas de crescimento de folha, de pseudocolmo e total (folha mais pseudocolmo) em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano

Altura do pasto (cm)	Estação do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
Taxa de crescimento de folha (kg/ha.dia)				
25	4,6	71,5	99,1	58,4 B
15-25	6,5	94,3	97,6	66,1 A
Média	5,6 b	82,9 a	98,4 a	
Taxa de crescimento de pseudocolmo (kg/ha.dia)				
25	1,2	28,5	41,3	23,7 A
15-25	0,5	31,5	54,5	28,8 A
Média	0,8 c	30,0 b	47,9 a	
Taxa de crescimento total (kg/ha.dia)				
25	5,8	100,0	140,5	82,1 B
15-25	7,0	125,8	152,1	95,0 A
Média	6,4 c	112,9 b	146,3 a	

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

A maior TCF nos pastos manejados mais baixos no inverno pode ser atribuída à intensa renovação de perfilhos, sobretudo na primavera, ocorrida com essa estratégia de manejo, que incrementou a densidade populacional de perfilhos vegetativos (Tabela 22) e de menor idade nos pastos. Além do aumento no perfilhamento, perfilhos mais jovens possuem maior taxa de alongamento foliar (Barbosa, 2004; Paiva, 2009), o que também concorre para elevar a TCF com essa estratégia de manejo do pastejo.

Com relação à taxa de crescimento de pseudocolmo (TCP), constatou-se que seus valores foram crescentes ($P < 0,10$) a partir do inverno até o verão. Entretanto, as estratégias de manejo do pastejo não afetaram ($P > 0,10$) a TCP do capim-braquiária (Tabela 23).

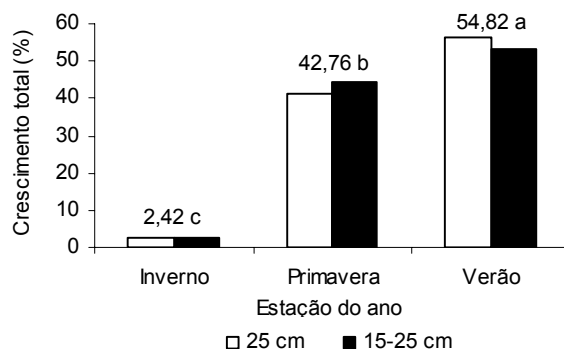
O inferior número de perfilho (Tabela 22), juntamente com a menor taxa de alongamento de pseudocolmo verificada no inverno (Tabela 9), determinou a reduzida TCP nessa estação (Tabela 23). Durante o inverno, observou-se que, em alguns perfilhos, a lígula da folha mais jovem ficou abaixo da lígula da folha completamente expandida que surgiu anteriormente, conferido diminuição no comprimento e no alongamento do pseudocolmo e, conseqüentemente, na TCP. Esse fato também foi relatado por Sbrissia (2004) com o capim-marandu manejado sob lotação contínua, bem como por Carnevalli (2003) em avaliação do capim-mombaça sob lotação intermitente.

De outro modo, a maior TCP ocorrida no verão foi resultado, além das condições de clima mais favoráveis nessa estação (Tabela 2), do aumento no número de perfilho em estágio reprodutivo nos pastos (Tabela 22 e Figura 26), o que também contribuiu para intensificar o alongamento do colmo nessa época (Tabela 9). Resultados semelhantes foram encontrados por Fagundes et al. (2006b) em pastos adubados de *B. decumbens* cv. Basilisk manejados sob lotação contínua com bovinos.

A taxa de crescimento total (TCT) apresentou resultados similares àqueles descritos para as taxas de crescimento de folha e de pseudocolmo (Tabela 23), o que é coerente na medida em que a TCT corresponde ao somatório da TCF com a TCP. Os valores de TCT foram ($P < 0,10$) menores no inverno, intermediários na

primavera e superiores no verão. Além disso, o rebaixamento do pasto para 15 cm no inverno resultou em maior TCT em relação aos pastos manejados com altura fixa (25 cm) por todo o período (Tabela 23). Novamente, esse resultado foi consequência, principalmente, da maior TCT ocorrida durante a primavera nos pastos manejados baixos (15 cm) no inverno.

A TCT variável entre as estações do ano demonstra a típica sazonalidade de crescimento do capim-braquiária. De fato, independentemente do manejo do pastejo utilizado, apenas 2,4% do crescimento total do capim-braquiária ocorreu no inverno, enquanto que, na primavera e no verão, esses valores foram de 42,8% e 54,8%, respectivamente (Figura 28).



25 cm: pastos mantidos com 25 cm de altura média durante todo o período experimental.

15-25 cm: pastos com 15 cm no inverno e 25 cm na primavera e verão.

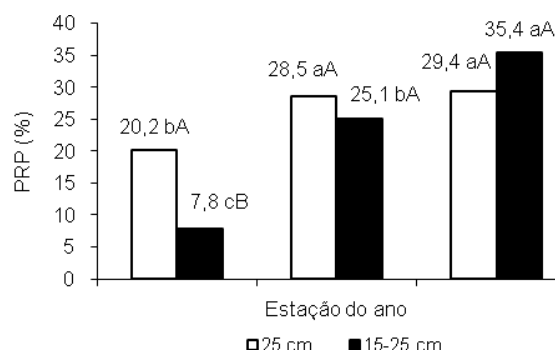
Letras minúsculas comparam médias das estações do ano.

Figura 28 – Participação relativa do crescimento total em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano.

Na idealização desse trabalho, uma das hipóteses aventadas era de que a estratégia de manejo caracterizada pela redução da altura média do pasto para 15 cm no inverno resultaria em maior sazonalidade de produção de forragem, pelo seu efeito em estimular a rebrotação e a produção no início da primavera, o que acentuaria a diferença com a reduzida e comum produção nos meses de inverno. Todavia, essa hipótese não se confirmou e a razão para isso foi a inerente renovação de perfilhos nos pastos de capim-braquiária durante os meses de

primavera e de verão, independentemente do critério de manejo do pastejo avaliado (Figuras 23 e 24).

Outra informação importante diz respeito à participação relativa do pseudocolmo no crescimento total do capim-braquiária. Verificou-se que, de forma geral, essa participação foi menor ($P < 0,10$) no inverno do que na primavera e no verão, havendo interação ($P < 0,10$) entre a estação do ano e a estratégia de manejo do pastejo (Figura 39). No inverno, o pasto manejado mais baixo (15 cm) possuiu menor ($P < 0,10$) contribuição de pseudocolmo no crescimento total, contudo, na primavera e no verão, não ocorreu diferença ($P > 0,10$) entre as estratégias de manejo do pastejo (Figura 39).



25 cm: pastos mantidos com 25 cm de altura média durante todo o período experimental.

15-25 cm: pastos com 15 cm no inverno e 25 cm na primavera e verão.

Letras minúsculas comparam médias de estação do ano dentro de cada estratégia de manejo.

Letras maiúsculas comparam médias das estratégias de manejo dentro de cada estação do ano.

Figura 29 – Participação relativa do pseudocolmo (PRP) no crescimento total em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano.

A inferior participação relativa do pseudocolmo no crescimento total dos pastos de capim-braquiária no inverno aconteceu devido à menor taxa de alongamento do pseudocolmo nessa estação (Tabela 9). Por outro lado, a menor contribuição do pseudocolmo no crescimento do pasto de capim-braquiária rebaixado para 15 cm no inverno pode ser decorrente do menor tamanho dos perfilhos nesses pastos (Tabela 14). Perfilho menor possui pseudocolmo mais curto e, possivelmente, menor taxa de alongamento desse órgão, o que pode ter

reduzido a contribuição do pseudocolmo, em detrimento do aumento da participação de lâmina foliar no crescimento total do pasto.

Esse resultado (Figura 29) também pode ser compreendido com base no crescimento foliar. Durante a formação dos primórdios foliares, a região meristemática se divide em duas bandas, em que a superior e a inferior correspondem às regiões meristemáticas das lâminas e das bainhas foliares, respectivamente; e entre as bandas haverá a formação da lígula (Nascimento Jr & Adese, 2004). Dessa forma, em perfilhos mais compridos, o maior percurso da lâmina foliar desde o meristema até a sua emergência (Skinner & Nelson, 1995) acaba resultando, simultaneamente, em maior percurso da bainha foliar. Com isso, o pseudocolmo (conjunto de bainhas foliares concêntricas e sobrepostas) e, posteriormente, o colmo acabam atingindo maiores comprimentos, o que resulta em maior participação relativa de colmo no crescimento do perfilho de maior tamanho, uma vez que o colmo apresenta maior razão peso/comprimento. Esse é um dos motivos da maior contribuição do pseudocolmo no crescimento do pasto de capim-braquiária com 25 cm no inverno, contrariamente ao verificado nos pastos com 15 cm.

Baseado no exposto pode-se afirmar que, em pastos baixos, há utilização mais eficiente dos compostos para o crescimento da planta, na medida em que estes são destinados, proporcionalmente, mais para a folha do que para o colmo. Isso pode otimizar o balanço energético da planta, evitando períodos de balanço negativo, o que é coerente, pois na folha ocorre, predominantemente, a síntese de fotoassimilados. Nesse sentido, a otimização do balanço energético da planta forrageira em pastos mais baixos torna-se relevante, especialmente em condições ambientais de recursos tróficos escassos, como no inverno.

Em termos médios, a participação do pseudocolmo no crescimento total do capim-braquiária foi de 24,4%. Esse valor pode ser considerado baixo e indica que os manejos do pastejo avaliados nesse trabalho foram adequados para o capim-braquiária, pois impediram o aumento relativo do crescimento do pseudocolmo (Figura 29). Em pastos de capim-marandu manejado sob lotação contínua, Sbrissia (2004) constatou que o pseudocolmo respondeu por até 30% do

crescimento do pasto mantido em 40 cm durante o verão e final da primavera. Por outro lado, Pinto et al. (2001) verificaram participação de até 80% do pseudocolmo no crescimento total de gramíneas do gênero *Cynodon*.

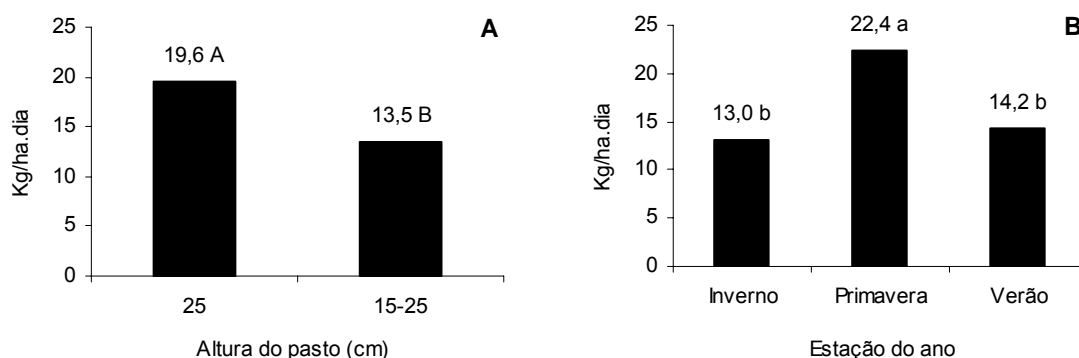
Nas gramíneas tropicais, o crescimento do pseudocolmo ocorre precocemente, ainda durante o estágio vegetativo (Sbrissia & Da Silva, 2001), podendo resultar em pior valor nutritivo da forragem (Santos et al., 2008) e na formação de estrutura de pasto desfavorável ao comportamento ingestivo e ao consumo animal (Carvalho et al., 2001). Contudo, é importante sublinhar que o colmo do capim-braquiária tem diâmetro reduzido e, assim, seu possível efeito prejudicial ao consumo animal deve ser minimizado, quando comparado às plantas forrageiras que possuem colmos mais espessos, como a maioria das espécies do gênero *Panicum* e *Pennisetum*. Ademais, o pseudocolmo é componente importante da forragem produzida em pastagens.

No tocante à taxa de senescência foliar (TSF), os maiores valores ($P < 0,10$) ocorreram na primavera, bem como no pasto mantido com 25 cm (Figura 30). A maior TSF na primavera pode ser explicada pela renovação de folhas e perfilhos que se mantiveram vivos no inverno (Figuras 23 e 24). De fato, o longo período de vida de folhas (Tabela 10) e de perfilhos (Tabela 19) durante o inverno encerrou-se no início da primavera, quando as condições ambientais foram adequadas ao desenvolvimento da planta. Nesse período, é possível que as folhas tenham iniciado imediatamente a senescência para prover nutrientes, via translocação e, conseqüentemente, auxiliar a expansão das novas folhas (Taiz & Zeiger, 2006). Em verdade, na primavera, registraram-se elevados valores de crescimento de folhas nos pastos de capim-braquiária (Tabelas 9 e 23).

Outra explicação para a alta TSF na primavera pode ser aquela relatada por Wilson & Mannetje (1978) que, ao analisarem os efeitos das variáveis ambientais sobre a senescência foliar de *Panicum maximum* e *Cenchrus ciliaris*, constataram incremento da senescência sob intenso estresse hídrico, seguido de períodos úmidos, condição comum no início da primavera.

Adicionalmente, no início da primavera (21/09/2008 a 13/10/2008) os pastos de capim-braquiária iniciaram a rebrotação, mas, nesse mesmo período, não

foram utilizados sob pastejo, pois foi necessário esperar cerca de 20 dias para que as alturas médias dos mesmos retornassem para 25 cm, conforme preconizado no planejamento experimental (Figuras 7 e 8). Nessa situação, as maiores taxas de crescimento foliar (Tabela 9) e a maior renovação de perfilhos (Figura 23 e 24), somada à ausência de pastejo, acentuaram a senescência foliar.



25: pastos mantidos com 25 cm de altura média durante todo o período experimental.

15-25: pastos com 15 cm no inverno e 25 cm na primavera e verão.

Letras minúsculas comparam médias das estações do ano.

Letras maiúsculas comparam médias das estratégias de manejo.

Figura 30 – Taxa de senescência foliar em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável (A) durante as estações do ano (B).

A menor TSF no pasto manejado com menor altura (15 cm) no inverno, em comparação ao pasto mantido com 25 cm de altura média, pode ser atribuída ao pastejo mais intenso na primeira condição de manejo, que proporcionou maior remoção de tecidos não sinteticamente ativos e, com efeito, pode ter aumentado a taxa fotossintética do pasto (Leriche et al., 2001). Desse modo, o pasto mantido mais baixo no inverno, provavelmente, apresentou maior balanço energético, o que explica sua menor TSF.

A consideração conjunta das taxas de crescimento e senescência determinaram a taxa de acúmulo de folha (TAcF), que foi negativa no inverno e positiva na primavera e verão, sendo superior ($P < 0,10$) nesta última estação. Em pastos mantidos baixos (15 cm) no inverno também foi constatado maior TAcF (Tabela 24).

Tabela 24 – Taxas de acúmulo de folha e de forragem total (folha mais pseudocolmo) em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante as estações do ano

Altura do pasto (cm)	Estação do ano			Média
	Inverno	Primavera	Verão	
Taxa de acúmulo de folha (kg/ha.dia)				
25	-12,1	45,0	83,5	38,8 B
15-25	-2,9	75,9	84,8	52,6 A
Média	-7,5 c	60,5 b	84,1 a	
Taxa de acúmulo de forragem total (kg/ha.dia)				
25	-10,9	73,6	124,8	62,5 B
15-25	-2,3	107,4	139,3	81,5 A
Média	-6,6 c	90,5 b	132,0 a	

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

No inverno, a senescência foi maior do que o crescimento de folhas (Tabela 23 e Figura 30), o que resultou em valor negativo de TAcF. Esse resultado pode estar relacionado aos mecanismos utilizados pelo capim-braquiária para limitar a superfície transpirante e retardar o agravamento da deficiência hídrica, o que alterou seu padrão de desenvolvimento. Dentre esses mecanismos, destacam-se o decréscimo do perfilhamento, a antecipação da morte de perfilhos e a redução da área foliar pela aceleração da senescência das folhas mais velhas (Morales et al., 1998).

Vale ressaltar que, dentre as estações avaliadas, a longevidade de folhas e perfilhos foi maior no inverno, mas, mesmo assim, as taxas de senescência foliar e de mortalidade de perfilhos foram, de modo geral, maiores do que as taxas de alongamento foliar e de aparecimento de perfilhos no inverno (Tabelas 9, 11, 15 e 17). Em função disso, houve acúmulo negativo de forragem nesta estação (Tabela 24). De outro modo, quando as condições climáticas foram favoráveis ao desenvolvimento do pasto (primavera e verão), o crescimento de folhas foi maior

do que a sua senescência, o que determinou maiores valores de TAcF nessas estações.

O maior acúmulo de folha no pasto mantido com 15 cm no inverno, quando cotejado ao pasto manejado com 25 cm de altura média durante todo o período experimental, foi devido à menor taxa de senescência (Figura 30), bem como à maior taxa de crescimento de folha (Tabela 23) obtida com a adoção da primeira estratégia de manejo. Em adição, o maior perfilhamento em pastos mantidos baixos no inverno (Tabela 15) também contribuiu para seu maior acúmulo de folha e de forragem total.

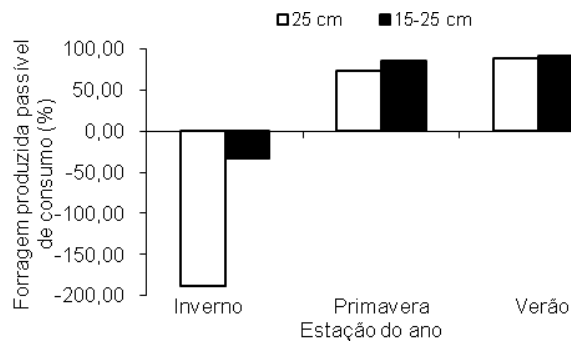
A resposta da taxa de acúmulo de forragem total (crescimento total menos senescência de folha) foi semelhante ao verificado para a TAcF, qual seja, seus valores foram crescentes ($P < 0,10$) a partir do inverno até o verão. Ademais, a estratégia de manter o pasto de capim-braquiária baixo no inverno também resultou em maior ($P < 0,10$) taxa de acúmulo de forragem total (Tabela 24).

Os resultados apresentados (Tabela 24) comprovam a vantagem de manter o pasto de capim-braquiária com menor altura (15 cm) no inverno para obtenção de maior acúmulo de forragem. Essa inferência também havia sido feita por Faria (2009) em experimento conduzido na mesma área experimental, onde o capim-braquiária foi mantido em quatro alturas médias (10, 20, 30 e 40 cm) durante as estações do ano.

Os valores de taxa de acúmulo de forragem total em pastos de capim-braquiária foram elevados na primavera (90,5 kg/ha.dia, em média) e no verão (132,0 kg/ha.dia, em média), estações em que ocorreram as adubações (100 kg/ha de N e K_2O) e com condições ambientais favoráveis ao crescimento da planta. É possível que esses valores de acúmulo de forragem tenham sido superestimados pelo cômputo, nas avaliações de densidade populacional, de perfilhos muito jovens e pequenos, que ainda não expressavam alto potencial produtivo ou que morreram com o sombreamento pelos perfilhos maiores. Contudo, os valores obtidos nesse trabalho foram próximos daqueles registrados por Moreira et al. (2009), que usando o método agrônomo da diferença,

obtiveram, em média, 141,7 kg/ha.dia de MS durante o verão em pastos de *B. decumbens* manejados sob lotação contínua e adubados com nitrogênio.

A razão entre a taxa de senescência (Figura 30) e de crescimento (Tabela 23) do pasto de capim-braquiária permitiu avaliar a utilização da forragem, ou seja, a diferença desse quociente em relação ao valor 1, expressa em valores percentuais, indica a forragem produzida que pode, potencialmente, ser consumida pelos animais (Figura 31) quando os pastos são mantidos em equilíbrio (manutenção da altura média) (Birchan & Hodgson, 1983).



25 cm: pastos mantidos com 25 cm de altura média durante todo o período experimental.
15-25 cm: pastos com 15 cm no inverno e 25 cm na primavera e verão.

Figura 31 – Percentual de forragem produzida potencialmente disponível para o consumo em pastos de capim-braquiária manejados sob regimes de lotação contínua.

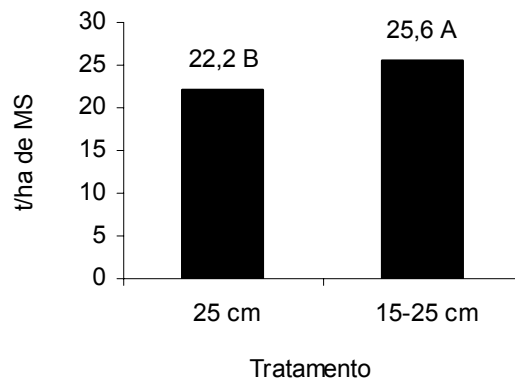
No inverno, o percentual de forragem produzida e disponível para o consumo foi menor nos pastos mantidos com 25 cm de altura média, mas durante a primavera e verão, resultados semelhantes foram obtidos para as duas estratégias de manejo do pastejo estudadas. Observou-se também que, a despeito das diferenças entre as estratégias de manejo, os menores valores de percentual de forragem produzida e disponível para o consumo ocorreu no inverno (Figura 31). Nesta estação, os valores observados foram negativos, indicando que as taxas de senescência foram maiores do que as de crescimento do pasto, caracterizando situação na qual não seria possível, teoricamente, a remoção de forragem alguma da pastagem a fim de manter a altura média do pasto. De fato, no inverno todos os

pastos ficaram sem bovinos para a manutenção das suas condições médias e, mesmo assim, constatou-se que, naqueles manejados mais altos (25 cm), houve redução natural e mais acentuada na sua altura média, que atingiu o valor mínimo de 23,3 cm no fim do inverno (Figura 8), em decorrência da alta taxa de senescência (Figura 30) e da baixa taxa de crescimento (Tabela 23) do pasto nessa estação.

Durante a primavera e o verão, o percentual médio de forragem produzida e disponível para o consumo foi de 85% para as duas estratégias de manejo. Esse valor serve de referência sobre a eficiência de pastejo obtida em capim-braquiária sob essas condições de manejo. Gonçalves (2002) também calculou as eficiências de pastejo em capim-marandu, manejado em lotação contínua com bovinos, e obteve valores entre 68,7 a 82,3% para os pastos mantidos em 40 ou 10 cm, respectivamente.

O somatório dos acúmulos de forragem total em cada estação permitiu o cálculo do acúmulo de forragem durante todo o período experimental, para cada estratégia de manejo do pastejo. Nesse sentido, o rebaixamento do pasto de capim-braquiária no início do inverno para 15 cm resultou em maior ($P < 0,10$) acúmulo de forragem do que a manutenção do pasto em altura fixa e igual a 25 cm em todas as estações (Figura 32).

Pastos manejados com altura inferior no inverno produziram 3.400 kg/ha de matéria seca de forragem a mais do que aqueles manejados com 25 cm de altura média em todas as estações. Se considerarmos uma eficiência de pastejo de 80% e um consumo diário de forragem por unidade animal (UA) de 12 kg de matéria seca, esse adicional de produtividade primária revela a possibilidade de aumento na taxa de lotação em até 1,2 UA/ha durante a primavera e o verão, estações onde o acúmulo de forragem foi majoritário.



25 cm: pastos mantidos com 25 cm de altura média durante todo o período experimental.

15-25 cm: pastos com 15 cm no inverno e 25 cm na primavera e verão.

Letras maiúsculas comparam médias das estratégias de manejo

Figura 32 – Produção de forragem em pastos de capim-braquiária manejado sob lotação contínua e com altura fixa ou variável durante todo o período experimental.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1. EXPERIMENTO 1: Variabilidade espacial da vegetação em pastos de capim-braquiária sob lotação contínua

A variação nos valores das características descritoras do capim-braquiária, que apresentou plantas de diferentes alturas no mesmo pasto, comprova a existência de variabilidade espacial da planta forrageira manejada sob lotação contínua e sob mesmo critério (25 cm de altura média), o que caracteriza a diversidade de estruturas no plano horizontal da pastagem.

A variabilidade natural da vegetação possibilita a realização de avaliações em diferentes condições de plantas em uma mesma pastagem. Salienta-se, contudo, que é preciso conduzir experimentos específicos para comparar se as características das plantas nos distintos locais do mesmo pasto seriam as mesmas das plantas nos pastos mantidos nas respectivas alturas médias. Os resultados desse trabalho indicam que essa hipótese é verdadeira, pois os padrões de respostas foram similares àqueles encontrados em estudos onde os pastos foram manejados com distintas alturas médias. Contudo, reafirma-se a necessidade de testar essa hipótese.

Vale ressaltar, ainda, que o número de amostras que representa os tratamentos (alturas das plantas no mesmo pasto) deveria ser, idealmente, variável. Essa assertiva é coerente porque as frequências dos valores de alturas das plantas no mesmo pasto foram distintas (Figura 10). Dessa forma, para assegurar melhor representatividade, as plantas que ocorrem com maior frequência no pasto deveriam avaliadas utilizando-se um maior número de amostras. Por outro lado, plantas com menor frequência no pasto, poderiam ser avaliadas com menor número de amostras.

Com base nas características das plantas, pode-se afirmar que o capim-braquiária possuiu estrutura desfavorável quando com 10 cm ou 40 cm de altura. As plantas mais baixas (10 cm) apresentaram pouca massa de forragem e reduzida massa de lâmina foliar (Tabela 6), o que limitou a interceptação de luz

pelo dossel (Figura 21) e, por conseguinte, pode ter prejudicado a fotossíntese e o crescimento do pasto (Pedreira et al., 2007), além de restringir o consumo dos animais em pastejo (Minson, 1990; Euclides, 2000). De outro modo, as plantas mais altas (40 cm) apresentaram maiores taxas de senescência foliar (Figura 12A) e de alongamento de colmo (Tabela 13A), o que diminuiu a relação folha/colmo do pasto (Figura 20), bem como incrementou sua massa de tecidos mortos (Tabela 6), caracterizando uma estrutura desfavorável ao consumo e ao desempenho animal (Carvalho et al., 2001).

Por outro lado, o capim-braquiária entre 20 e 30 cm de altura apresentou características adequadas, como baixo número de perfilhos reprodutivos (Tabela 5); quantidades suficientes de massas de folha verde e de forragem total (Tabela 6); boa relação folha/colmo (Figura 20); e o dossel também interceptou luz em níveis abaixo e mais próximos dos 95% (Figura 21), situação tida como apropriada para otimizar o acúmulo de forragem (Parsons et al., 1988).

Em um pasto submetido ao mesmo critério de manejo do pastejo, as características morfogênicas e estruturais dos perfilhos também são variáveis no plano horizontal da pastagem. Essa variabilidade da morfogênese é resultado da estrutura horizontal do pasto, que gera microclimas distintos ao longo da área da pastagem. Em adição, os padrões morfogênicos específicos, que ocorrem em cada local do pasto, também contribuem para a existência e manutenção dessa estrutura horizontal. Todos esses processos caracterizam a complexa e interdependente natureza da dinâmica de populações de plantas no ecossistema pastagem (Figura 33).

Quando avaliações morfogênicas são feitas em pastos manejados sob lotação contínua, seguindo o critério de manejo baseado na manutenção de mesma altura média do pasto e o uso de taxa de lotação variável; em geral, os locais onde as mensurações são realizadas correspondem àqueles que representam a condição média do pasto (altura média, por exemplo). Assim, ficam desconhecidos os padrões morfogênicos que operam nas plantas presentes nos locais do pasto com desvios de altura em relação à média. Nesse contexto, os dados apresentados nesse trabalho são originais, pois permitem entender a

diversidade dos processos de desenvolvimento que ocorrem no pasto tropical de acordo com a sua estrutura horizontal.

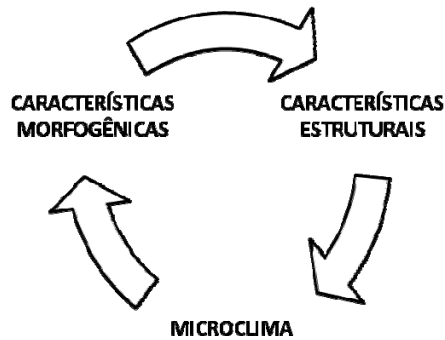


Figura 33 – Interdependência entre as características morfogênese e as características estruturais do pasto, mediada pelo microclima.

5.2. EXPERIMENTO 2: Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-braquiária sob lotação contínua

De todas as variáveis respostas analisadas, 29% foram influenciadas de forma interativa pelas estações do ano e pelas estratégias de manejo, enquanto que 71% foram influenciadas pelos fatores de maneira independente. Quando houve interação, o manejo do pastejo modificou todas as características do pasto durante o inverno, e 11% delas durante a primavera. Conforme esperado, isso demonstra que o rebaixamento do pasto tem efeito preponderante na estação em que é realizado, mas também modifica o pasto na próxima estação.

Das características influenciadas de forma não interativa, o manejo do pastejo modificou-as em 55% dos casos, o que comprova que essa ação de manejo da pastagem tem grande potencial de gerar mudanças no ecossistema pastagem (Hodgson, 1990). Além disso, esses resultados permitem afirmar que o manejo do pastejo tem grande efeito residual no pasto.

Observou-se, ainda, que todas as características avaliadas foram influenciadas pela estação do ano, o que demonstra o efeito hegemônico das condições climáticas sobre os processos de desenvolvimento da planta forrageira, que resultam no acúmulo de forragem do pasto.

As mudanças nas características morfogênicas e estruturais dos perfilhos de capim-braquiária durante as estações e em função do manejo do pastejo comprovam o padrão estacional de produção de forragem dessa forrageira, bem como confirmam que, mesmo sob critérios de manejo do pastejo adequados, ocorrem mudanças na estrutura do pasto durante as estações.

Em adição, verificou-se que as estratégias de manejo do pastejo podem ser adotadas para interagir com as estações do ano a fim de controlar os processos de desenvolvimento do pasto, tais como crescimento e senescência. Nesse sentido, o manejo do pastejo, concebido de forma sazonal por meio do rebaixamento do pasto de capim-braquiária no início do inverno e seu posterior aumento para 25 cm no início da primavera é vantajoso, quando comparado à manutenção do pasto em altura fixa (25 cm, em média) durante as estações do ano. Realmente, o manejo sazonal do pastejo aumentou a taxa de aparecimento foliar, favoreceu o perfilhamento no início da primavera, reduziu a senescência das folhas, bem como resultou em superior acúmulo de forragem.

Outro benefício que se consegue com o rebaixamento do pasto no inverno consiste no aumento do período de utilização do pasto ou a possibilidade de uso de maior taxa de lotação no outono. Para efetuar a redução da altura média do pasto no início do inverno, podem-se adotar duas ações de manejo. Primeiramente, é possível conseguir tal efeito mantendo-se a mesma taxa de lotação animal na pastagem, porém prolongando o período de sua utilização durante o outono. Nesta estação, o crescimento do pasto tende a diminuir, porque as condições ambientais começam a ficar restritivas ao crescimento da planta. Como a taxa de lotação é mantida fixa, é natural que o processo de remoção de tecidos vegetais, via pastejo animal, supere o processo de crescimento do pasto e, assim, a altura média desse pasto será reduzida. A outra possibilidade para redução da altura do pasto no início do inverno pode ser conseguida pelo

acrécimo da taxa de lotação da pastagem por um período curto de tempo a fim de aumentar a remoção de forragem imediatamente antes da estação de inverno. Esta ação de manejo foi adotada neste trabalho.

Vale ressaltar que, em condições de campo, a redução da altura média dos pastos no inverno é prática corriqueira devido ao uso de taxa de lotação fixa e, ou, ausência de suplementação dos pastos. Assim, os pecuaristas conseguem os benefícios da manutenção dos pastos mais baixos no inverno, mesmo que não intencionalmente. Contudo, em muitas situações, é comum ocorrer diminuição acentuada da altura do pasto no inverno (pasto extremamente baixo ou condição de sobrepastejo), o que pode comprometer a persistência da planta forrageira e, por seu turno, causar degradação da pastagem, especialmente quando esse tipo de manejo ocorre em vários anos. Assim, torna-se importante a realização de estudos para determinar as alturas mínimas e que não prejudiquem a persistência de cada gramínea forrageira, quando submetida ao rebaixamento no início do inverno.

Outro aspecto importante e que pode alterar os efeitos do rebaixamento do pasto sobre sua produtividade diz respeito ao nível de fertilidade do solo da pastagem. Normalmente, o rebaixamento do pasto resulta em maior intensidade de pastejo e, conseqüentemente, em maior percentual de forragem removida do pasto. Com isso, menor quantidade de nutrientes será reciclada no sistema solo-planta e menos matéria orgânica retornará ao solo, visto que o processo de senescência de tecidos vegetais é minimizado. Portanto, nessa situação, maior quantidade de corretivo e, ou, adubo deve ser aplicada na pastagem para assegurar sua perenidade e sustentabilidade (Fonseca et al., 2008). Nesse sentido, pastos não adubados e, ou, estabelecidos em solos de baixa fertilidade natural podem ter sua sustentabilidade comprometida ou não expressar os efeitos positivos desse manejo. Todavia, essas conjecturas ainda precisam ser validadas pela experimentação científica.

Salienta-se ainda que, em grande parte dos sistemas de produção animal em pastagens, os pastos são mantidos baixos no inverno, porém, na primavera, esses pastos não são manejados para que sua altura média seja incrementada, o

que também pode comprometer a sustentabilidade da pastagem pela impossibilidade da planta forrageira recuperar sua área foliar e seus níveis de reservas orgânicas na primavera.

O incremento em produção primária obtido no pasto manejado com 15 cm de altura média no inverno, em relação àqueles mantidos com 25 cm, foi conseguido com semelhante uso de insumos na pastagem, tais como adubos. A única mudança empregada na pastagem de capim-braquiária foi o manejo do pastejo diferenciado por estação do ano, estratégia que não gerou custos diretos e que permitiu intensificar o sistema pastoril. Em verdade, a intensificação do sistema de produção animal em pastagens está associada ao nível, à intensidade e à abrangência dos conhecimentos aplicados no seu gerenciamento, mais do que ao nível de investimento financeiro ou de utilização de recursos externos (Carvalho, 2005).

No Quadro 1, estão resumidos os efeitos esperados quando o pasto é manejado sob lotação contínua com altura média alta ou baixa durante o inverno.

Quadro 1 – Efeitos esperados, em condição de lotação contínua, com a manutenção do pasto com altura média alta ou baixa durante o inverno

Altura média do pasto no inverno	
Alta	Baixa
Aumento no percentual de perfilho reprodutivo no pasto	Redução no percentual de perfilho reprodutivo no pasto
Aumento nas taxas de respiração e senescência no inverno	Diminuição nas taxas de respiração e senescência no inverno
Menor acúmulo de forragem no inverno	Maior acúmulo de forragem no inverno
Pasto com maior massa de tecidos senescentes	Pasto com menor massa de tecidos senescentes
Incidência de luz reduzida no estrato inferior do pasto	Incidência de luz aumentada no estrato inferior do pasto
Limitação do perfilhamento no início da primavera	Melhor condição para o perfilhamento no início da primavera
Atraso na produção de forragem na primavera	Otimização da produção de forragem na primavera
Menor eficiência de pastejo	Maior eficiência de pastejo
Maior ciclagem de nutrientes no sistema solo-planta	Menor ciclagem de nutrientes no sistema solo-planta
Menor dependência de adubação	Maior dependência de adubação
Maior cobertura do solo	Menor cobertura do solo
Maior proteção das gemas basais sob condições ambientais adversas no inverno (por exemplo, geada)	Menor proteção das gemas basais sob condições ambientais adversas no inverno (por exemplo, geada)

6. PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL

Uma forma de melhor direcionar as pesquisas para a compreensão do ecossistema pastoril consiste na construção de modelos conceituais, ainda que inicialmente baseados em relações empíricas ou mesmo hipotéticas (Nabinger et al., 2006). Nesse sentido e com base nos resultados apresentados nesta tese, será proposto um modelo conceitual que considera a diversidade ou variabilidade espacial da vegetação existente no pasto monoespecífico para melhor entendimento da produção primária e secundária no ambiente pastoril, bem como das inter-relações entre os componentes desse ecossistema.

Salienta-se que algumas relações entre os componentes do modelo e que algumas hipóteses consideradas na sua construção carecem de comprovação científica, contudo foram fundamentadas em princípios gerais de ecofisiologia vegetal e de outras ciências básicas. Ademais, este modelo está sendo proposto como referencial teórico para estimular a discussão acerca dos processos determinantes da produção animal em pastagens. Dessa forma, trata-se de um modelo inacabado, elaborado no intuito de ser aprimorado e direcionar novas ações de pesquisa.

Para a construção do modelo (Figura 34), foi utilizado o sub-modelo base originalmente proposto por Chapman e Lemaire (1993) para pastos de clima temperado em estágio vegetativo. Ademais, as modificações posteriores feitas nesse sub-modelo base por vários autores (Cruz & Boval, 2000; Sbrissia & Da Silva, 2001; Freitas, 2003; Cândido, 2003) e descritas por Da Silva & Nascimento Jr. (2006) também foram consideradas, porque caracterizaram algumas especificidades relevantes dos pastos de gramíneas tropicais. Todavia, o diferencial desta nova proposta refere-se ao ajuste dos modelos anteriores com o objetivo de incluir a inerente diversidade vegetacional e suas inter-relações com os demais componentes do ecossistema pastoril constituído por pastos monoespecíficos de gramíneas tropicais. Para isso, as considerações realizadas por Nabinger et al. (2006) sobre o “funcionamento” do ecossistema pastoril e

natural do bioma Campos Sulinos serviram de referencial para a adaptação e proposição desse novo modelo (Figura 34).

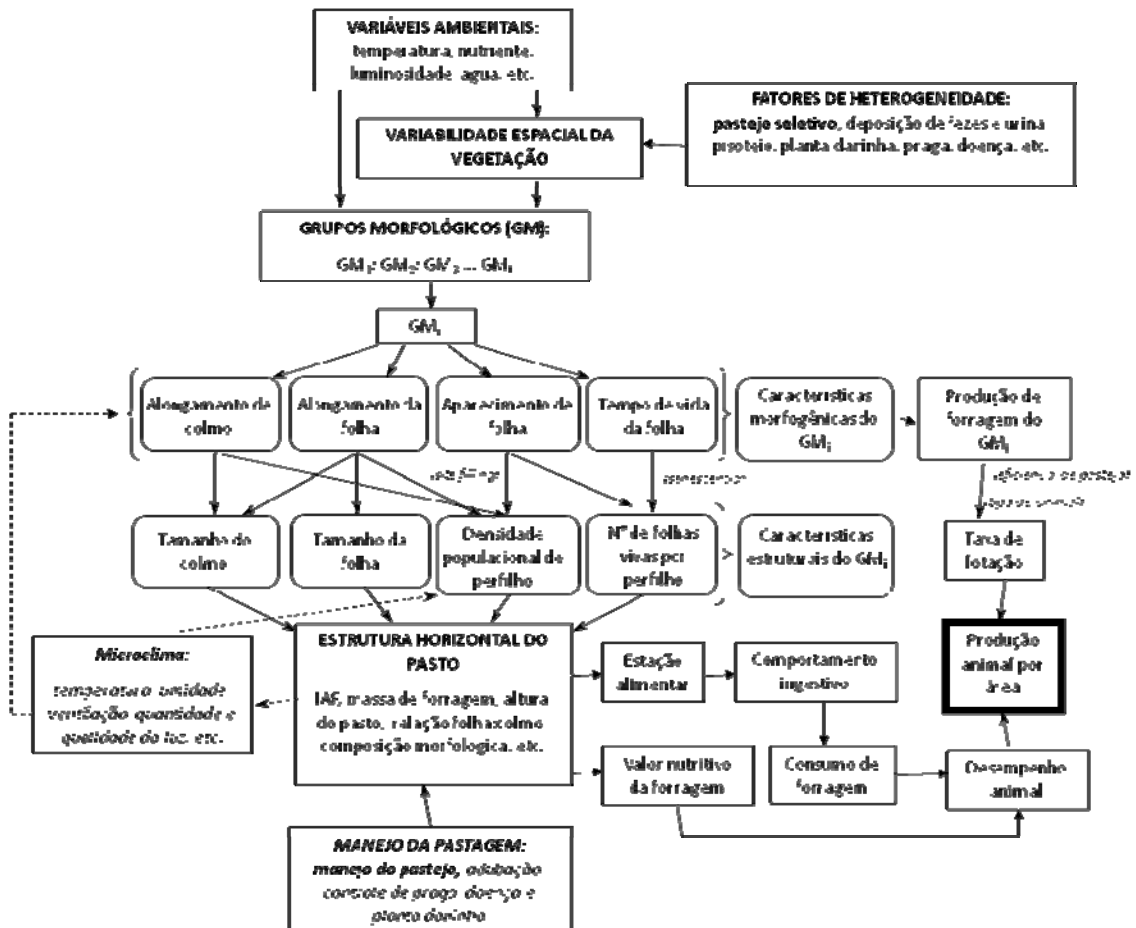


Figura 34 – Modelo conceitual do ecossistema pastoril constituído de pasto monoespecífico.

Partiu-se do princípio de que as condições do ambiente, tais como os fatores climáticos e edáficos, são determinantes da variabilidade espacial da vegetação no pasto monoespecífico, na medida em que os níveis desses fatores, muitas vezes, são disponibilizados para a planta forrageira de modo heterogêneo no horizonte da pastagem. De fato, as condições de fertilidade e disponibilidade hídrica não são homogêneas na mesma pastagem (Carvalho et al., 2001). Além disso, em áreas com relevo desuniforme, a disponibilidade de recursos tróficos,

como a luz, água e nutrientes, pode ocorrer de maneira distinta entre os locais do mesmo pasto, o que, dentre outros fatores, determina a formação de microclimas variados, que por seu turno, influenciam o desenvolvimento da planta forrageira.

Ainda existem outros fatores que determinam e condicionam a variabilidade espacial da vegetação em pastos monoespecíficos, os quais foram denominados de *fatores de heterogeneidade* (Figura 34). Dentre estes, destaca-se a presença do ruminante na pastagem, que traz consigo vários efeitos sobre o pasto. Nesse contexto, provavelmente, o pastejo seletivo é o principal mecanismo pelo qual o animal atua sobre a heterogeneidade do pasto.

Outra consequência da presença dos ruminantes na pastagem é o pisoteio, que pode reduzir a densidade aparente do solo ou até mesmo causar a mortalidade de algumas plantas (Nabinger et al., 2006). Com isso, criam-se condições edáficas diferenciadas que afetam o desenvolvimento da planta forrageira e, por conseguinte, causa a variação na estrutura do pasto.

Um terceiro efeito do ruminante sobre o pasto diz respeito à reciclagem de nutrientes. A deposição irregular de fezes e urina pelos animais na pastagem cria locais com alta disponibilidade de nutrientes (Marchesin, 2005; Braz et al., 2002), o que altera as relações de competição intra-específica no pasto. Ademais, a rejeição pelos bovinos da forragem próxima das fezes (Nolan, 1986) modifica a escolha da dieta desses animais e tem efeito na heterogeneidade do pasto.

Os ruminantes em pastejo também podem dispersar propágulos da espécie forrageira ou de outras espécies indesejáveis (plantas daninhas). Isso pode ocorrer por endozoocoria (passagem pelo trato digestivo) ou por exozoocoria (propágulos transportados no pêlo ou nas patas dos animais) (Rook & Tallwin, 2003). Com o desenvolvimento da planta daninha, ocorre competição desta com a forrageira, o que proporciona respostas morfológicas no pasto, desencadeando também sua heterogeneidade.

Outros fatores bióticos do ecossistema pastagem também podem produzir variabilidade especial da vegetação, tais como pragas e doenças, especialmente quando estas ocorrem em reboleiras. Nessa situação, os danos e as

conseqüentes respostas das plantas forrageiras ao estresse serão diferenciados na área da pastagem, o que resulta na variabilidade espacial da vegetação.

A existência de variabilidade espacial na vegetação, como o próprio termo sugere, indica que, no mesmo pasto, há diversidade de plantas forrageiras com distintas características morfológicas, a despeito de essas plantas serem da mesma espécie e estarem submetidas ao mesmo manejo. Dessa forma, pode-se afirmar que ocorrem várias estruturas de pasto na mesma pastagem, conforme demonstram os resultados referentes ao Experimento 1 dessa tese.

A possível explicação para essa diversidade morfológica no mesmo pasto reside no fato de que a expressão gênica dos atributos estruturais (número e tamanho da folha por perfilho, comprimento do colmo e número de perfilhos) ocorre de forma diferenciada na comunidade de plantas devido aos fatores ambientais, sobretudo o microclima, serem heterogêneos no pasto. Assim, mesmo que o perfilhamento seja considerado um meio de desenvolvimento clonal, em que cada perfilho é um clone exato da planta que lhe deu origem (Pedreira et al., 2001), ocorre no pasto uma diversidade fenotípica de perfilhos e, portanto, de plantas de mesmo “conteúdo” genético.

Ressalta-se que a diversidade de plantas e de perfilhos tende a ser benéfica, porque plantas com características estruturais diferentes e, portanto, com fisiologias específicas têm “habilidades” distintas para ocupar os vários nichos ecológicos, o que levaria à utilização dos recursos ambientais de forma mais completa e otimizada (Spehn et al., 2005).

As várias estruturas de pastos na mesma pastagem podem ser classificadas e, ou, agrupadas de acordo com atributos comuns para simplificar a sua caracterização e permitir seu melhor conhecimento. O agrupamento dos vários perfilhos e, ou, plantas pode ser necessário dada à grande complexidade estrutural e morfológica da comunidade vegetal no ecossistema pastoril, o que tornaria praticamente impossível quantificar os efeitos e respostas de cada um dos seus indivíduos (perfilhos e, ou, plantas) de forma isolada.

Nesse contexto, foi proposto o conceito de *grupo morfológico* (Figura 34), que consiste em grupos de plantas ou de perfilhos com características

morfológicas semelhantes, que apresentam padrões de respostas ecológicas similares sob as condições ambientais nas quais estão inseridos. Cada grupo morfológico possui padrões morfogênicos similares e, por conseguinte, determina a estrutura do pasto nos locais em que ocorrem. Em princípio, os grupos morfológicos podem ser estudados em nível de perfilho ou em nível de pasto.

Existem diversos tipos ou categorias de perfilhos no pasto monoespecífico que possuem características morfológicas e fisiológicas distintas. Por isso, os perfilhos podem ser classificados de acordo com vários critérios, como origem do crescimento, estágio de desenvolvimento, nível de desfolhação e tamanho (Figura 35). Sob esse enfoque, cada categoria de perfilho existente no pasto constitui um grupo morfológico (Quadro 2).

Mesmo estratificando os perfilhos em função dos distintos critérios de classificação, pode ser formado grande número de grupos morfológicos no pasto (Quadro 2). Soma-se a isso, a possibilidade de interações entre os critérios de classificação, que não são exclusivos, o que aumenta sobremaneira a quantidade de grupos morfológicos de perfilhos possíveis de serem encontrados no pasto.

Em função dessa diversidade de grupos morfológicos em nível de perfilho, é relevante realizar estudos científicos para distinguir qual(is) grupo(s) morfológico(s), dentre aqueles propostos, são mais importantes como determinantes e condicionantes do desenvolvimento do pasto. Nesse sentido, podem-se citar alguns estudos em que se avaliou a importância de diferentes categorias de perfilhos para o crescimento do pasto.

Por exemplo, Giacomini (2007), trabalhando com *B. brizantha* cv. Marandu sob lotação intermitente, concluiu que o perfilho aéreo possui, de modo geral, padrão de resposta inverso e complementar ao perfilho basal em termos de contribuição para a área foliar dos pastos, o que pode ser estratégia desta planta forrageira para otimizar o uso da luz e dos demais recursos de maneira rápida e eficiente em períodos com temperatura e precipitação favoráveis ao crescimento.

De outro modo, Faria (2009) verificou diferenças nos padrões morfogênicos de perfilhos intactos e pastejados de *B. decumbens* cv. Basilisk sob lotação contínua. Da mesma forma, Albino et al. (2009), trabalhando com *B. decumbens*

cv. Basilisk sob lotação contínua, constatou que as características estruturais de perfilhos com distintos níveis de desfolhação (sem desfolhação, com desfolhação e sem o meristema apical) são específicas.

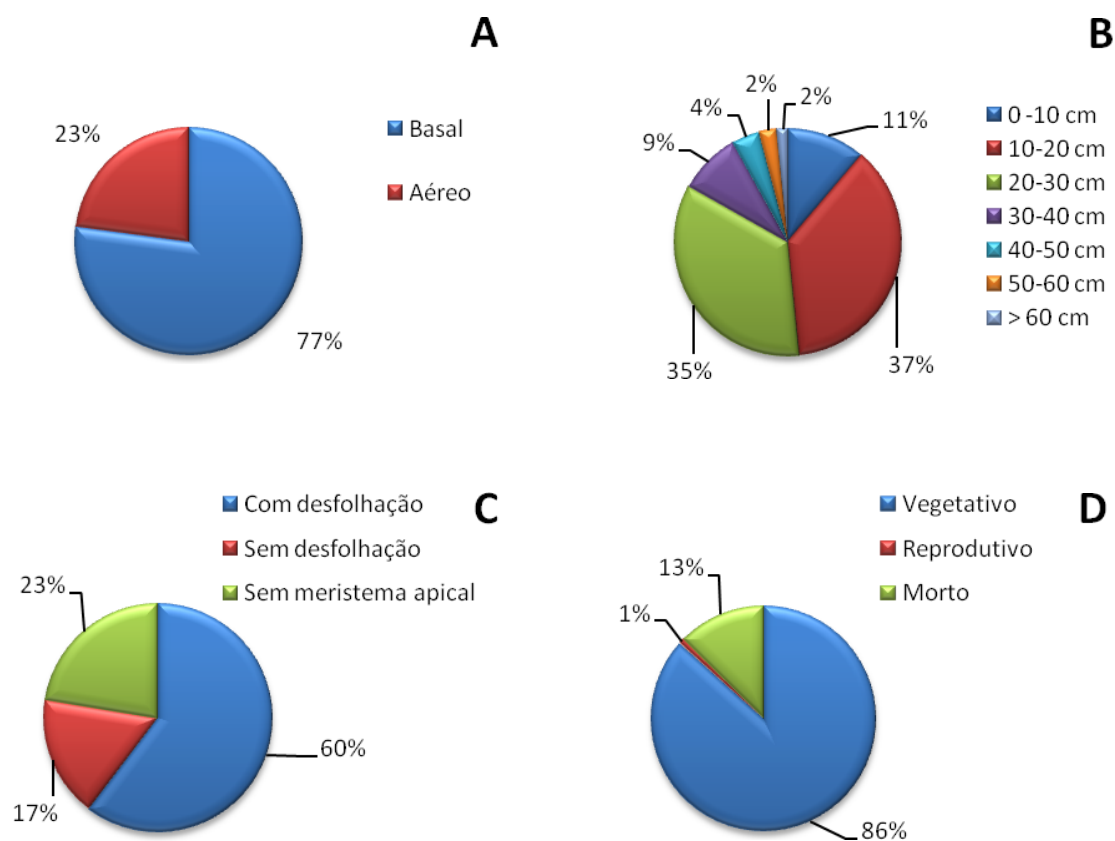


Figura 35 – Participação relativa de categorias de perfilhos quanto à origem de crescimento (A), ao tamanho (B), ao nível de desfolhação (C) e ao estágio de desenvolvimento (D) presentes no mesmo pasto de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk manejado em lotação contínua com bovinos e taxa de lotação variável para manter a altura média do pasto em aproximadamente 25 cm.

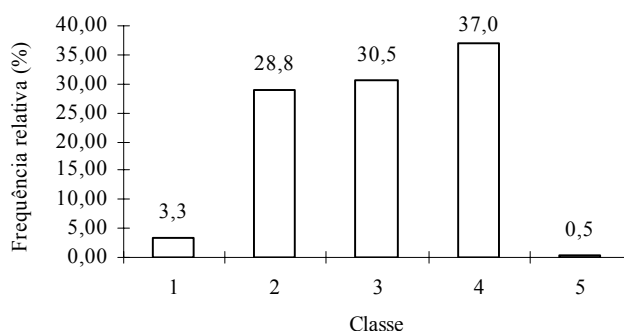
Quadro 2 – Possibilidades de classificação de perfilhos no mesmo pasto para formação de grupos morfológicos

Critério de classificação	Grupo morfológico
Tamanho	Pequeno
	Médio
	Grande
Origem de desenvolvimento	Basal
	Aéreo
Estádio de desenvolvimento	Vegetativo
	Reprodutivo
Nível de desfolhação	Sem desfolhação
	Com desfolhação
	Sem o meristema apical
Idade	Velho
	Maduro
	Novo

Outro modo de contornar a grande diversidade de grupos morfológicos em nível de perfilho consiste na criação de grupos morfológicos em nível de pasto, pois esta última escala de avaliação (o pasto) engloba a primeira (o perfilho). Para esse fim, é importante conhecer características descritoras da condição do pasto para, com base nelas, diferenciar ou estratificar os grupos morfológicos em categorias similares e que, adicionalmente, respondem e, ou, têm efeito semelhante nos processos determinantes da produção primária do pasto. Nesse sentido, a altura do pasto tem sido bastante usada para caracterizar pastos de gramíneas tropicais sob condições de manejo do pastejo contrastantes (Fagundes et al., 1999; Pinto et al., 2001; Canto et al., 2008; Flores et al., 2008; Sbrissia & Da Silva, 2008; Faria, 2009), porque nos pastos com distintos valores de altura média as magnitudes dos processos determinantes do acúmulo de forragem (crescimento e senescência) e do desempenho animal (valor nutritivo e qualidade de forragem) são particulares.

Pela análise dos resultados obtidos no Experimento 1 desta tese, concluiu-se que plantas com alturas variáveis no mesmo pasto possuem padrões de desenvolvimento específicos, já que apresentaram características morfogênicas e estruturais distintas. Essa constatação permite a proposição de grupos morfológicos, em nível de pasto, com base nos valores de altura das plantas no mesmo pasto. Contudo, torna-se necessário conhecer, primeiramente, o perfil de frequência relativa dos valores de altura das plantas no pasto para, com base nele, identificar os grupos morfológicos.

A formação de grupos morfológicos com base nos valores de altura das plantas no mesmo pasto pode ser exemplificada a partir do resultado da distribuição dos valores de altura das plantas de *B. decumbens* cv. Basilisk determinado durante o período de outubro de 2008 a janeiro de 2009 na área experimental em que esse trabalho de tese foi realizado (Figura 37).



*Classes de altura do pasto: 1 = até 12,5 cm; 2 = de 12,6 a 22,4 cm; 3 = de 22,5 a 27,5 cm; 4 = de 27,6 a 49,9 cm; 5 = acima de 50,0 cm.

Figura 36 – Frequência relativa da altura da planta no mesmo pasto de capim-braquiária manejado sob lotação contínua com bovinos e com altura média de 25 cm.

Com base na Figura 36, verificou-se que, no mesmo pasto de capim-braquiária manejado com altura média de 25 cm, a quase totalidade das plantas (em torno de 97%) encontrava-se com altura na faixa de 12,6 a 49,9 cm, porém aproximadamente 29,0% das plantas possuíam altura entre 12,6 a 22,4 cm; 31,0% tinham entre 22,5 a 27,5 cm de altura; e 37,0% apresentavam altura entre 27,6 e 49,9 cm. A partir da identificação das classes de altura de plantas predominantes

no pasto, pode-se propor a criação de três grupos morfológicos no mesmo pasto, quais sejam:

Grupo morfológico 1: plantas com altura em torno de 18 cm;

Grupo morfológico 2: plantas com altura em torno de 25 cm;

Grupo morfológico 3: plantas com altura em torno de 39 cm.

Nesse exemplo, os valores de altura das plantas de cada grupo morfológico referem-se às médias das classes de alturas mais frequentes no pasto de capim-braquiária (classes 2, 3 e 4 da Figura 36).

É importante sublinhar que alguns cuidados devem ser tomados para a criação de grupos morfológicos baseados nos valores de altura das plantas no mesmo pasto, quais sejam:

- 1) O número de grupos morfológicos depende da variabilidade espacial da vegetação existente no pasto, que pode e deve ser conhecida através da quantificação da frequência relativa dos valores de altura das plantas;
- 2) Como cada classe de altura de planta é determinada por um intervalo (diferença entre os limites superior e inferior), a amplitude desse intervalo e, conseqüentemente, a definição do número de classes deve ser baseada no bom senso e experiência. A grande diversidade de ambientes e de manejo em que as espécies forrageiras estão sujeitas gera particularidades e impedem a recomendação de uma regra geral para definição do número de classes;
- 3) Após determinado o intervalo e o número de classes de altura de plantas, deve-se identificar quais classes ocorrem com maior frequência. Sugere-se que, de modo geral, classes com participação relativa menor do que 10% sejam desconsideradas para a criação dos grupos morfológicos;
- 4) Os valores médios dos intervalos das classes de altura das plantas com maior frequência no pasto são os referenciais usados para a identificação dos grupos morfológicos;

- 5) A criação dos grupos morfológicos deve ser revista e, ou, reavaliada periodicamente, porque os efeitos das interações entre clima, solo, pastejo e ações antrópicas sobre o pasto não são estáveis em médio prazo. Com isso, o número e a predominância dos grupos morfológicos em um mesmo pasto variam temporalmente, ainda que o critério de manejo do pastejo seja o mesmo.

Nota-se que, em última instância, cada grupo morfológico do pasto monoespecífico (plantas com características morfológicas comuns) pode ser considerado um grupo funcional na medida em que, em uma mesma espécie vegetal, morfologias distintas geram respostas fisiológicas, morfogênicas e estruturais também diferenciadas, o que denota o caráter funcional dos grupos morfológicos no ambiente pastoril.

Sublinha-se, ainda, que o conceito de grupo morfológico, em nível de perfilho, já foi considerado em alguns trabalhos de pesquisa com gramíneas forrageiras tropicais, tais como o de Zeferino (2006), que avaliou o fluxo de tecidos em perfilhos aéreos e basais e a contribuição destes no acúmulo de forragem do capim-marandu sob lotação intermitente. Porém, a avaliação do fluxo de tecidos dos grupos morfológicos, em nível de pasto, não tinha sido realizada até o momento. De fato, os resultados obtidos com o EXPERIMENTO 1 desta tese, embora de curta duração, referem-se às primeiras informações sobre os padrões morfogênicos e estruturais dos grupos morfológicos, em nível de pasto, existentes no pasto monoespecífico de gramínea tropical.

O fluxo de tecidos de cada grupo morfológico no pasto é influenciado pelos fatores ambientais (temperatura, água, nutrientes, luz, etc.). Dessa maneira, os perfilhos dos grupos morfológicos possuem características morfogênicas (alongamento de folha e de colmo, aparecimento de folha e duração de vida da folha) distintas, o que, conseqüentemente, resultará em características estruturais próprias (tamanho da folha e do colmo, densidade populacional de perfilho e número de folha por perfilho).

A consideração conjunta das características estruturais dos perfilhos de cada grupo morfológico determina a estrutura horizontal do pasto. Essa estrutura pode

ser caracterizada por medidas como índice de área foliar, massa de forragem, altura do pasto, densidade volumétrica da forragem, composição morfológica, relação folha:colmo, dentre outras. Em verdade, o somatório das estruturas de cada grupo morfológico corresponde à estrutura horizontal do pasto, que consiste na inerente variabilidade espacial da vegetação na pastagem.

A estrutura horizontal altera o microclima no pasto (temperatura, umidade, ventilação, quantidade e qualidade da luz, etc.), o que desencadeia modificações na morfogênese dos grupos morfológicos. De fato, variações no índice de área foliar alteram a interceptação de luz, que, por sua vez, promovem mudanças relativamente rápidas na densidade populacional de perfilho e, em menor intensidade e em prazo mais longo, nas demais características morfogênicas e estruturais do pasto (Chapman & Lemaire, 1993).

Dessa forma, a estrutura do pasto nos diferentes locais da pastagem, ao modificar o ambiente em que os perfilhos crescem, acaba alterando o padrão de desenvolvimento dos mesmos. Com isso, ocorre um *ciclo de variações interdependentes*, em que as modificações nas características morfogênicas afetam as características estruturais e estas, conseqüentemente, desencadeiam novas respostas morfogênicas para manter o equilíbrio dinâmico da população de plantas e, ou, grupos morfológicos no pasto.

Salienta-se que variações na morfogênese de determinado grupo morfológico determinam mudanças no microclima do próprio grupo morfológico, bem como no microclima dos outros grupos morfológicos adjacentes.

Ademais, essas variações temporais na morfogênese dos grupos morfológicos acabam determinando seu caráter interino, porque a alteração no fluxo de tecidos do grupo morfológico acarreta modificações na sua estrutura e, com isso, determina a criação de outro grupo morfológico naquele local do pasto durante o tempo.

Destaca-se, ainda, que a estrutura horizontal do pasto é sensível às ações antrópicas de manejo da pastagem, como categorias e, ou, as espécies de animais usadas, o manejo do pastejo, a adubação e a correção do solo, o controle de pragas, de doenças e de plantas daninhas, e a ressemeadura da planta

fornageira. Dessa forma, o manejador da pastagem pode empregar estratégias de manejo que influenciam a variabilidade espacial da vegetação no pasto e, dentre essas estratégias, destaca-se o manejo do pastejo, que determinará a frequência, a intensidade, a época e a uniformidade da desfolhação que a planta forrageira será submetida. Assim, ações de manejo da pastagem também são *fatores causadores de heterogeneidade no pasto*.

A estrutura horizontal do pasto também influencia o comportamento ingestivo dos ruminantes, porque modificam as características das estações alimentares em que os animais realizam o bocado. Com isso, outras características, como profundidade e a taxa do bocado, tempo de busca e de apreensão da forragem e tempo de pastejo dos animais também são alterados. Por seu turno, esses efeitos no comportamento ingestivo animal influenciam o consumo de forragem, que é determinante do desempenho animal (Carvalho et al., 2001).

Outro fator que afeta o consumo e, conseqüentemente, o desempenho animal é o valor nutritivo da forragem, que é resultado da estrutura de cada grupo morfológico existente no pasto. De fato, a composição morfológica é característica importante e determinante do valor nutritivo do pasto (Santos et al., 2008).

No sistema de produção pastoril, o desempenho por animal, em conjunto com a taxa de lotação, determina a geração de produto animal por unidade de área (Mott, 1960). Desse modo, além de entender os determinantes do desempenho animal, faz-se mister conhecer os fatores que determinam a taxa de lotação da pastagem. Nesse sentido, com base no modelo proposto (Figura 34), verifica-se que as características morfogênicas, condicionam o potencial de produção de forragem e, conseqüentemente, a taxa de lotação da pastagem. Realmente, de modo geral, o aparecimento e o alongamento de folhas, bem como o alongamento do colmo em perfilhos individuais determinam o crescimento e a produção de forragem na pastagem. Essa forragem produzida, condicionada pela eficiência de pastejo e o tipo de animal, determinará a taxa de lotação potencial do pastagem.

Uma das implicações do modelo proposto (Figura 34) diz respeito ao critério para o cálculo do acúmulo de forragem no pasto pelo método da morfogênese

(Birchan & Hodgson, 1983; Davies, 1993). Tradicionalmente, tem-se empregado a marcação de perfilhos em locais do pasto que representam a sua condição média, isto é, os perfilhos têm sido selecionados nos locais do pasto com plantas de altura semelhante àquela em que o pasto é mantido (Pinto et al., 2001; Sbrissia, 2004; Fagundes et al., 2006; Faria, 2009). Nessas situações, os resultados de morfogênese são representativos do grupo morfológico com altura semelhante à média do pasto, não sendo, portanto, indicadores do fluxo de tecidos que ocorrem nos demais grupos morfológicos existentes no pasto.

Soma-se a isso o fato de que, em muitos trabalhos de pesquisa, a categoria de perfilho marcada e avaliada não é discriminada, o que não permite identificar qual tipo de perfilho ou grupo morfológico está sendo considerado como fundamental e adequado para representar o desenvolvimento de toda a diversidade de perfilhos presentes no pasto.

Por outro lado, de acordo com o modelo proposto (Figura 34), a avaliação do acúmulo de forragem no pasto pelo método da morfogênese deve ocorrer em todos os grupos morfológicos que possuem alta participação relativa no pasto. Desse modo, o acúmulo de forragem do pasto corresponde ao somatório dos diferentes acúmulos de forragem que ocorrem nos locais do pasto com grupos morfológicos distintos e mais freqüentes, seja em nível de perfilho ou de pasto. Para tanto, faz-se uso das seguintes fórmulas para o cálculo do acúmulo de forragem para os distintos grupos morfológicos (GM_i) no pasto:

$$TAcFGM_i = TCTGM_i - TSFGM_i$$

$$TCTGM_i = TCFGM_i + TCCGM_i$$

$$TCFGM_i = PPGM_i \times TAIFGM_i \times f_1$$

$$TCCGM_i = PPGM_i \times TAICGM_i \times f_2$$

$$TSeFGM_i = PPGM_i \times TSeFGM_i \times f_1$$

onde:

TAcFGM_i = taxa de acúmulo de forragem do grupo morfológico i (kg/ha.dia);

TCTGM_i = taxa de crescimento total do grupo morfológico i (kg/ha.dia);

TSFGM_i = taxa de senescência foliar do grupo morfológico i (kg/ha.dia);

T CFGM_i = taxa de crescimento foliar do grupo morfológico i (kg/ha.dia);

TCCGM_i = taxa de crescimento de colmo do grupo morfológico i (kg/ha.dia);

PPGM_i = população de perfilhos do grupo morfológico i (perfilho/ha);

TAIFGM_i = taxa de alongamento foliar do grupo morfológico i (mm/perfilho.dia);

f₁ = índice gravimétrico de lâminas foliares (mg/mm);

TAICGM_i = taxa de alongamento de colmo do grupo morfológico i (mm/perfilho.dia);

f₂ = índice gravimétrico de pseudocolmo (mg/mm);

TSeFGM_i = taxa de senescência foliar do grupo morfológico i (mm/perfilho.dia);

A quantificação da taxa de acúmulo de forragem na área total da pastagem (TAcFP, em kg/ha.dia) é realizada pelo somatório dos produtos entre a área ocupada por cada grupo morfológico na pastagem (AGM_i, em ha) e a taxa de acúmulo de forragem dos grupos morfológicos (TAcFGM_i, em kg/ha.dia), conforme a equação:

$$TAcFP = [(TAcFGM_1 \times AGM_1) + (TAcFGM_2 \times AGM_2) + \dots + (TAcFGM_i \times AGM_i)]$$

Por seu turno, a área de cada grupo morfológico na pastagem (AGM_i, em ha) é obtida multiplicando a área total da pastagem (ATP, em ha) pela frequência relativa de ocorrência de cada grupo morfológico (FGM_i, em percentagem), de acordo com a equação:

$$AGM_i = ATP \times FGM_i$$

De outra forma, quando os grupos morfológicos são formados em nível de perfilho, o acúmulo de forragem na área total da pastagem (TAcFP, em kg/ha.dia) é calculado pelo somatório dos produtos entre a população de perfilhos de cada

grupo morfológico na (PPGM_i, em perfilho/ha) e a taxa de acúmulo de forragem dos grupos morfológicos (TAcFGM_i, em kg/perfilho.dia), conforme a equação:

$$\text{TAcFP} = [(TAcFGM_1 \times PPGM_1) + (TAcFGM_2 \times PPM_2) + \dots + (TAcFGM_i \times PPM_i)]$$

Constata-se que essa metodologia de quantificação do acúmulo de forragem, por meio de avaliações morfogênicas dos grupos funcionais no pasto, é mais trabalhosa e complexa do que aquela correntemente utilizada e proposta por Birchan & Hodgson (1983). Adicionalmente, ela ainda precisa ser testada via experimentação científica.

O presente modelo (Figura 34) foi desenvolvido a partir dos resultados obtidos nesta tese, onde a variabilidade espacial da vegetação foi estudada em condição de pastejo em lotação contínua. Nesse método, a variabilidade espacial da vegetação tende a ser mais acentuada e, com efeito, mais evidente, quando comparada àquela em pastos manejados sob lotação intermitente. Isso ocorre porque, sob lotação contínua, os ruminantes têm maior oportunidade de expressar sua seletividade (Pedreira et al., 2002). Ademais, o método de pastejo em lotação contínua, por ser característico de sistemas mais extensivos, é usado em pastagens com extensas áreas, onde a probabilidade de ocorrerem fatores causadores de heterogeneidade no mesmo pasto é maior.

Quando o pasto é manejado sob lotação contínua e com critério de manutenção de sua altura média fixa durante o tempo, sua estrutura média permanece relativamente constante dentro de uma estação, todavia ocorre variação na frequência de ocorrência dos grupos morfológicos, caracterizando o caráter dinâmico e temporal da estrutura horizontal nesses pastos. Pode-se inferir, portanto, que, sob lotação contínua, há maior variação na estrutura horizontal do pasto pelo fato dos grupos morfológicos nele existentes serem temporários. De fato, esses grupos morfológicos mudam sua morfologia e podem passar a constituir, com o tempo, outro tipo de grupo morfológico, com características morfogênicas e estruturais distintas daquelas que apresentavam anteriormente. Por isso, é necessário identificar periodicamente os grupos morfológicos nos

pastos sob lotação contínua, especialmente em épocas com variações ambientais, incluindo mudanças no manejo do pastejo.

Nesse sentido, o manejo do pastejo sazonal (Experimento 2), com o rebaixamento do pasto no inverno para otimizar sua rebrotação na primavera, consiste em ação antrópica que modifica a frequência de ocorrência dos grupos morfológicos no pasto e, conseqüentemente, gera a necessidade de reavaliá-los.

No caso de pastos manejados em lotação intermitente, a variabilidade espacial da vegetação também ocorre, porém tende a ser menos acentuada, especialmente se os pastos forem utilizados com período de ocupação curto, com alta taxa de lotação e subdivididos em piquetes de dimensões reduzidas. A maior eficiência de pastejo, normalmente conseguida com a adoção da lotação intermitente (Pedreira et al., 2002), limita a seletividade dos ruminantes e reduz a ocorrência de locais com sub ou sobrepastejo, o que assegura menor variabilidade espacial da vegetação no pasto.

Salienta-se que a variabilidade em pastos sob lotação intermitente tende a ser menor, desde que os mesmos não se encontrem em fase de estabelecimento ou em estágio de degradação. Em tese, para que a estrutura horizontal desses pastos seja mais uniforme, o dossel deve promover boa cobertura do solo, criando condição em que o principal recurso limitante e de competição intra-específica é a luz.

Por outro lado, sob lotação intermitente, a estrutura média do pasto varia muito com o tempo. Em verdade, quando se considera o pasto em distintas épocas durante o tempo, existem perfilhos e plantas com distintos estádios de desenvolvimento e, portanto, com diferentes morfologias, o que é efeito da inerente intermitência entre períodos de ocupação e de descanso que a pastagem é submetida. Mas, se considerarmos um mesmo momento ou uma única época, há tendência de existirem plantas e, ou, perfilhos (grupos morfológicos) com estágio de desenvolvimento e morfologias similares no pasto de um mesmo piquete, caracterizando maior homogeneidade instantânea das plantas sob lotação intermitente. Dessa forma, a frequência dos grupos morfológicos, que é

medida pontualmente, tende a ser mais estável em pastos sob lotação intermitente, desde que se mantenha o mesmo critério de manejo.

Para fins de avaliação científica na condição de lotação intermitente, os grupos morfológicos mais representativos do pasto podem ser escolhidos logo após o término do período de ocupação (pós-pastejo). Espera-se que cada grupo morfológico identificado apresente morfologia específica que, com efeito, afetará seu padrão morfogênico durante o período de descanso. O critério para a formação dos grupos morfológicos também pode ser em nível de perfilho ou de pasto. Em nível de perfilho, por exemplo, os grupos morfológicos mais freqüentes no pasto podem ser escolhidos com base na origem do desenvolvimento (perfilhos basais e aéreos) ou de acordo com o nível de desfolhação ocorrido (perfilhos com e sem desfolhação); e a quantificação das populações desses grupos morfológicos (número de perfilhos) pode ser feita imediatamente antes do período de pastejo (pré-pastejo). Em nível de pasto, é possível identificar os grupos morfológicos com base no critério da frequência dos valores de altura das plantas, formando os grupos com plantas e, ou, touceiras que mais ocorrem no pasto, conforme explicitado anteriormente para situação de pastos sob lotação contínua.

A variabilidade espacial da vegetação em pastos manejados sob lotação contínua ou lotação intermitente, conforme já abordado, é resultado dos distintos padrões de fluxo de tecidos de cada grupo morfológico. Ao mesmo tempo, a variabilidade espacial da vegetação, por alterar o microclima, também é causa das variações na morfogênese dos grupos morfológicos no pasto (Figura 35). Assim, *a variabilidade espacial da vegetação é, concomitantemente, causa e consequência do fluxo de tecidos das plantas do pasto.*

As variações dinâmicas no fluxo de tecidos do pasto são resultado da plasticidade fenotípica da gramínea forrageira tropical, processo pelo qual a planta se adapta gradualmente às mudanças ambientais, por meio de modificações reversíveis nas suas características morfogênicas e estruturais, para otimizar seu crescimento e garantir sua perenidade na pastagem. Desse modo, a expressão da plasticidade fenotípica na planta forrageira concorre para alteração da morfologia dos perfilhos e das plantas e, conseqüentemente, resulta na existência de

diferentes grupos morfológicos no mesmo pasto. Nesse contexto, *qualquer variação nos padrões morfogênicos e estruturais das plantas é indicativo da sua plasticidade fenotípica*. Do mesmo modo, *toda variação morfológica observada em perfilhos e plantas também corresponde à uma resposta plástica*. Assim, *quanto maior a diversidade de grupos morfológicos ou a variabilidade espacial da vegetação no pasto, maior é a expressão da plasticidade fenotípica da forrageira*.

7. NECESSIDADES DE PESQUISAS FUTURAS

Com base nos resultados obtidos, vislumbra-se a necessidade de pesquisas adicionais nessa linha de investigação para elucidar processos e testar hipóteses. De fato, algumas perguntas ainda carecem de respostas, como:

- Sob lotação contínua e em condições semelhantes de manejo e de ambiente, os padrões morfogenéticos e estruturais das plantas de um mesmo pasto com distintas alturas são semelhantes aos que ocorrem nos pastos mantidos nas respectivas alturas médias?

- O conceito de grupo morfológico, em nível de pasto, é válido e viável para estudos de fluxo de tecidos e de acúmulo de forragem em pastos monoespecíficos?

- Quais os melhores critérios para a formação de grupos morfológicos em nível de perfilho e de pasto?

- Qual a diferença no tocante à variabilidade espacial da vegetação em pastos de gramíneas tropicais manejados sob lotação contínua e sob lotação intermitente?

- Os benefícios do rebaixamento do pasto no início do inverno seriam semelhantes ao rebaixamento do pasto no término do inverno?

- Se o pasto de capim-braquiária for rebaixado para uma altura média inferior a 15 cm, há melhoria na rebrotação na primavera?

- A melhoria da rebrotação na primavera devido ao manejo de rebaixamento do pasto de capim-braquiária no inverno também ocorre com outras gramíneas forrageiras tropicais?

- Qual é o efeito do rebaixamento do pasto no inverno sobre a sustentabilidade da pastagem em longo prazo, especialmente em pastos não adubados e estabelecidos em solos de baixa fertilidade natural?

- Será que os efeitos positivos do rebaixamento do pasto de capim-braquiária no inverno, conseguidos nesse trabalho, ocorrem em condições ambientais mais restritivas ao crescimento da planta forrageira?

8. CONCLUSÕES

Existe variabilidade espacial e temporal da vegetação em pastos de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob lotação contínua com bovinos, o que torna necessário sua caracterização para melhor entendimento da dinâmica da população de plantas na pastagem;

A estrutura vertical e horizontal do pasto, caracterizada pelas densidades e massas dos componentes morfológicos, pela interceptação luminosa e pelas características morfogênicas e estruturais de perfilhos individuais, é modificada pela altura da planta forrageira;

As plantas de capim-braquiária com 20 a 30 cm de altura, sob lotação contínua, possuem características estruturais adequadas, o que indica que essas alturas podem ser usadas como referencial para o seu manejo;

Para otimizar o acúmulo de forragem, o manejo do pastejo, concebido de forma sazonal por meio do rebaixamento do pasto de capim-braquiária no início do inverno e seu posterior aumento para 25 cm no início da primavera é vantajoso, quando comparado à manutenção do pasto em altura fixa (25 cm, em média) durante as estações do ano.

9. BIBLIOGRAFIA

- ALBINO, R.L.; SANTOS, M.E.R.; GOMES, V.M. et al. Características estruturais de categorias de perfilhos de capim-braquiária manejados sob lotação contínua. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 1., 2009, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, [2009] (CD-ROM).
- ANDRADE, F.M.E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim-Marandu submetido a regime de lotação contínua por bovinos de corte.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2003. 125p. Dissertação (Mestrado em Ciência animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, 2003.
- BARBOSA, R.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a freqüências e intensidades de pastejo.** Tese (Doutorado em Zootecnia – Zootecnia), Viçosa, UFV, 2004.
- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B.; SILVA, S. C.; ZIMMER, A. H.; TORRES JÚNIOR, R. A. A. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e freqüência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.3, p.329-340, 2007.
- BARTHAM, E.; DUFF, G.T.I.; ELSTON, D.A. et al. Frequency distributions of sward height under sheep grazing. Ltd. **Grass and Forage Science**, v.60, p.04-16, 2005.
- 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**, v.38, p.323-331, 1983.
- BRAGA, G.J.; MELLO, A.C.L.; PEDREIRA, C.G.S. et al. Fotossíntese e taxa diária de produção de forragem em pastagens de capim-tanzânia sob lotação intermitente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p.84-91, 2009.
- BRAGA, G.J.; PORTELA, J.N.; PEDREIRA, C.G.S.; LEITE, V.B.O.; OLIVEIRA, E.A. Herbage yield in Signalgrass pastures as affected by grazing management. **South African Journal of Animal Science**, v.39, s.1, p.130-132, 2009.
- BRAZ, S.P., NASCIMENTO JR, D. CANTARUTTI, R.B. et al. Aspectos quantitativos do processo de reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos sob pastejo em pastagem de *Brachiaria decumbens* na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.858-865, 2002 (suplemento).
- BRAZ, T.S.G.; SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M. et al. Características morfogênicas do capim-braquiária com variação de alturas no mesmo pasto. In: CONGRESSO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 3., 2009, Lavras. **Anais...**/CD-ROM. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2009.
- BRISKE, D.D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. (Eds.) **Grazing management**. Portland: Timber, 1991, Cap.4, p.85–108.

- CAETANO, L.P.S.; DIAS-FILHO, M.B. Responses of six *Brachiaria* spp. accessions to root zone flooding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.795-801, 2008.
- CÂNDIDO, M.J.D. **Morfofisiologia e crescimento do dossel e desempenho animal em *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 134p. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- CANTO, M.W.; JOBIN, C.C.; GASPARINO, E. et al. Características do pasto e acúmulo de forragem em capim-tanzânia submetido a alturas de manejo do pasto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 3, p.429-435, 2008.
- CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens), Piracicaba, ESALQ, 2003.
- CARNEVALLI, R.A.; Da SILVA, S.C.; OLIVEIRA, A.A. et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça pastures under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v.40, p.165-176, 2006.
- CARVALHO, C.A.B.; SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F. et al. Demografia do perfilhamento e taxas de acúmulo de matéria seca em capim tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, v.57, n.4, p.591-600, 2000.
- CARVALHO, P.C.F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. In: JOBIN, C.C., SANTOS, G.T., CECATO, U. (Eds.) **Simpósio sobre avaliação de pastagens com animais**, 1, Maringá, 1997. **Anais...** Maringá: UEM, 1997, p.25-52.
- CARVALHO, P.C.F. O manejo da pastagem como gerador de ambientes pastoris adequados à produção. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM**, 22. Piracicaba, 2005. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 2005. p. 7-32.
- CARVALHO, P.C.F.; GONÇALVES, E.N.; POLI, H.E.C. Ecologia do pastejo. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM**, 3., 2006. **Anais...** Viçosa: UFV, 2006, p.43-72.
- CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N; POLI, C.H.E.C. ET AL. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2001. p.853-871.
- CARVALHO, V.V.; SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M. et al. Compensação entre tamanho e densidade populacional de perfilhos em pastos diferidos de capim-braquiária. In: **CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL**, 5., 2008, Aracaju, SE. **Anais...** Aracaju: Sociedade Nordestina de Produção Animal, [2008] (CD-ROM).
- CAVALCANTE, M.A.B. 2001. **Características morfogênicas, estruturais e acúmulo de forragem em relvado de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob pastejo, em diferentes alturas**. Viçosa, MG: UFV. 2001. 64p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa.
- CHAPMAN, D.F., LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.). **Grasslands for Our World**. SIR Publishing, Wellington, p.55-64, 1993.

- COLVILL, K. E.; MARSHALL, C. Tiller dynamics and assimilate partitioning in *Lolium perenne* with particular reference to flowering. **Annals of Applied Biology**, v.104, p.543-557, 1984.
- CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some morphogenetical traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1999, Curitiba. **Proceedings...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1999. p. 134-150.
- DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR., D.; SBRISSIA, A.F. Dinâmica de população de plantas forrageiras em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4., 2008. **Anais...** Viçosa: UFV, 2008, p.75-100.
- DA SILVA, S.C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 20., 2003. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003, p.155-186.
- 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. (Eds.) Simpósio sobre ecossistema de pastagens, 3, Jaboticabal, 1997. **Anais...** Jaboticabal:FCAV,p.1-62, 1997.
- DALE, J.E. *The growth of leaves*. London:Edward Arnold, 1982. 60p. (Studies in biology, 137).
- DAVIES, A. Changes in growth rate and morphology of perennial ryegrass swards at high and low nitrogen levels. **Journal of Agricultural Science**, v.77, n.2, p.123-134, 1971.
- DAVIES, A. Tissue turnover in the sward. In: DAVIES, A.; BAKER, R.D.; GRANT, S.A. et al. (Eds.) **Sward measurement handbook**. Reading: The British Grassland Society, 1993. p.183-216.
- DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. *J. Agric. Sci. (Cambridge)*, v.82, p.165-172, 1974.
- DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR., D.; SBRISSIA, A.F. et al. Dinâmica de população de plantas forrageiras em pastagens. In: PEREIRA, O G., OBEID, J.A., FONSECA, D.M., NASCIMENTO JR, D. (Eds.) Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem,4., Viçosa, 2008. **Anais...** Viçosa: UFV, 2008, p. 75-99.
- DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR, D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: PEREIRA, O G., OBEID, J.A., NASCIMENTO JR, D., FONSECA, D.M. (Eds.) Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem,3, Viçosa, 2006. **Anais...** Viçosa: UFV, 2006, p. 1-41.
- DEREGIBUS, V.A., SANCHEZ, R.A., CASAL, J.J. Effects of light quality on tiller production in *Lolium* spp. **Plant Physiology**, v.72, p.900-912, 1983.
- DURU, M., DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, v.85, p.635-643, 2000.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1999. 412p.

- EUCLIDES, V.P.B.; CARDOSO, E.G.; MACEDO, M.C.M. et al. Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, supl.2, p.2200-2208, 2000.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; SILVA, S.C. et al. Gramíneas cultivadas. In: ALBUQUERQUE, A.C.S.; SILVA, A.G. (Ed.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. 1. ed. Brasília: EMBRAPA-CNPQC, 2008. p.1071-1110.
- VALLE, C.B.; MACEDO, M.C.M.; EUCLIDES, V.P.B.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S. Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Ed.). **Plantas forrageiras**. 1.ed. Viçosa: Editora UFV, 2009. p. 327-353.
- FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JR, D.; VITOR, C.M.T.; MORAES, R.V.; MISTURA, C.; REIS, G.C.; MARTUSCELLO, J.A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p.397-403, 2005.
- FAGUNDES, J.A.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.1, p.21-29, 2006.
- FAGUNDES, J.A.; FONSECA, D.M.; MORAES, R.V. et al. Avaliação das características estruturais do capim-braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.1, p.30-37, 2006.
- FAGUNDES, J. L.; SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. et al. Índice de área foliar, coeficiente de extinção luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 1, p.187-195, 2001.
- FAGUNDES, J.L.; SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. et al. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob diferentes intensidades de pastejo. **Scientia Agricola**, v.56, p.1141-1150, 1999.
- FARIA, D.J.G. **Características morfogênicas e estruturais dos pastos e desempenho de novilhos em capim-braquiária sob diferentes alturas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 145p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- FLORES, R.S.; EUCLIDES, V.P.B.; ABRÃO, M.P.C. et al. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1355-1365. 2008.
- FONSECA, D. M.; SANTOS, M.E.R.; MARTUSCELLO, J. A. Adubação de pastagens no Brasil: uma análise crítica. In: O. G. Pereira; J. A. Obeid; D. M. da Fonseca; D. do Nascimento Júnior. (Org.). IV Simpósia sobre Manejo Estratégico da Pastagem. 1 ed. Ubá: Suprema Editora, 2008, v. 1, p. 295-334.
- GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JR, D.; REGAZZI, A.J. et al. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.1890-1900, 2002.

- GIACOMINI, A.A. **Demografia do perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2007. 172 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ Universidade de São Paulo, 2007.
- GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; PACIULLO, D.S.C. Morfogênese como ferramenta para o manejo de pastagens . In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006, p. 554-579.
- GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M.; GRASSELLI, L.C.P. et al. Acúmulo e consumo de forragem em relvado de *B. decumbens* mantido a diferentes alturas sob pastejo de lotação contínua variável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. (CD-ROM).
- GOMIDE, J.A. Avaliação da pastagem com vacas em lactação: principais delineamentos. In: WORKSHOP DELINEAMENTOS EXPERIMENTAIS COM VACAS EM LACTAÇÃO SOB CONDIÇÃO DE PASTEJO. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 2006. CD-ROM.
- GOMIDE, J.A. Fisiologia do crescimento livre de plantas forrageiras. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J C. de.; FARIA, V.P. de. (eds). PASTAGEM – FUNDAMENTOS DA EXPLORAÇÃO RACIONAL, Piracicaba, FEALQ-USP, 1994, p.1-14.
- GOMIDE. C.A.M.; GOMIDE, J.A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.341-348, 2000.
- GOMIDE, J. A.; GOMIDE, C. A. M.. Utilização e manejo de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** 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**. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens), Piracicaba, ESALQ, 2002.
- GRANT, S. A.; MARRIOTT, C. A. Detailed studies of grazer swards – techniques and conclusions. **Journal of Agricultural Science**, v. 122, p. 1-6, 1994.
- GRASSELLI, L.C.P. **Características estruturais e morfogênicas e acúmulo de forragem em relvado de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob pastejo, a diferentes alturas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 50p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- GRASSELLI, L.C.P., GOMIDE, C.A.M., PACIULLO, D.S.C., GOMIDE, J.A. Características morfogênicas e estruturais de um relvado de *B. decumbens* sob lotação contínua. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, Viçosa, 2000. **Anais...** Viçosa:SBZ, 2000. (CD ROM)
- HIRATA, M. Herbage availability and utilisation in small-scale patches in a bahia grass (*Paspalum notatum*) pasture under cattle grazing. **Tropical Grasslands**, v. 36, p. 13-23, 2002.
- HODGSON, J. **Grazing Management: Science into practice**. New York: John Wiley & Sons. 203p., 1990.

- HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15, Kyoto, 1985. **Proceedings...** Japanese Society of Grassland Science, Nishi-Nasuno, Togichi-ken, Japan, p.63-66, 1985.
- HODGSON, J.; DA SILVA, S.C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FORRAGICULTURA, 2002, Recife. **Anais...** Recife, PE: SBZ, 2002, p. 180-202.
- HORST, G.L., NELSON, C.J., ASAY, K.H. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotypes. **Crop Science**, v.18, p.715-719, 1978.
- JONES, R.J., NELSON, C.J., SLEPER, D.A. Seedling selection for morphological characters associated with yield of tall fescue. **Crop Science**, v.19, p.367-372, 1979.
- KÖPEN, W. **Climatologia**. Buenos Aires: Gráfica Panamericana, 1948.478p.
- LANGER, R.H.M. **How grasses grow**. 2.ed. London: Edward Arnold, 1972. 60p. (Studies in Biology, 34).
- LANGER, R.H.M. Tillering in herbage grass. A review. **Herbage abstracts**, v.33, p.141-148, 1963.
- LEMAIRE, G. Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant. Populations in grazed swards. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 2, . Piracicaba, 2001. **Proceedings...** Piracicaba:FEALQ, 2001. (CD-ROM)
- LEMAIRE, G., AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G., HODGSON, J., MORAES, A., et al. (Eds.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. CAB International. p.265-288, 2000.
- LEMAIRE, G., CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J., ILLIUS, A. W. (Eds.) The ecology and management of grazing systems. CAB International. p.03-36, 1996.
- LERICHE, H.; LE ROUX, X.; GIGNOUX, J.; TUZET, A.; FRITZ, H.; ABBADIE, L.; LOREAU, M. Which functional process control the short-term effect of grazing on net primary production on grasslands. **Oecologia**, v.129, p.114-124, 2001.
- LUDLOW, M.M.; NG, T.T. Leaf elongation rate in *Panicum maximum* var. *trichoglume* following removal of water stress. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.42, p.263- 272, 1977.
- MACEDO, N.C.M. Análise comparativa de recomendações de adubação em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba, SP. **Anais ...** Piracicaba, SP:FEALQ, 2004. p.317-356.
- MACKAY, J.H.E. Register of Australian herbage plant cultivars. Commonwealth **Scientific and Industrial Research Organization** (CSIRO), Canberra, A.C.T., Australia. 1982. 122p.
- MARASCHIN, G.E. Sistemas de pastejo. In: PASTAGENS, FUNDAMENTOS DA EXPLORAÇÃO RACIONAL, 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.337-376.

- MARCHESIN, W.A. **Dinâmica de deposição de fezes em pastagem de *Brachiaria brizantha* submetida à intensidades de pastejo.** Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, 2005. 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, 2005.
- MARCELINO, K.R.A.; NASCIMENTO JR, D.; SILVA, S.C. et al. Características morfogênicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidades e freqüências de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2243-2252. 2006.
- MARSHALL, C. Physiological aspects of pasture growth. In: SNAYDON, R.W. (Ed.) **Managed grasslands: analytical studies ecosystems of the world.** Amsterdam: Elsevier Science, 1987. p. 29-46.
- MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JR.; D. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1475-1482, 2005.
- MATTOS, J.L.S.; GOMIDE, J.A.; HUAMAN, C.A.M. Crescimento de espécies de *Brachiaria* sob déficit hídrico e alagamento a campo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.755-764, 2005.
- MAXWELL, T. J.; TREACHER, T. T. Decision rules for grassland management. In: EFFICIENT SHEEP PRODUCTION FROM GRASS. POLLOTT, G. E. (Ed.). In: OCCASIONAL SYMPOSIUM OF BRITISH GRASSLAND SOCIETY, 21., 1987. **Anais...** British Grassland Society, 1987. p. 67-78.
- McMAHOM, C. Size and shape in biology. *Science*, v.179, p.1201-1204, 1973.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition.** San Diego: Academic Press, 1990. 483p.
- 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.** Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens), Piracicaba, ESALQ, 2004.
- MONTAGNER, D.B. **Morfogênese e acúmulo de forragem em capim-mombaça submetido a intensidades de pastejo rotativo.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 60p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- MORAIS, R.V.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JR., D. et al. Demografia de perfilhos basilares em pastagem de *Brachiaria decumbens* adubada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.380-388, 2006.
- MORALES, A.A. **Morfogênese e repartição de carbono em *Lotus corniculatus* L cv. São Gabriel sob o efeito de restrições hídricas e luminosas.** Porto Alegre, RS. UFRGS, 1998, 74p. Tese (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.
- MOREIRA, L.M.; MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M. et al. Perfilhamento, acúmulo de forragem e composição bromatológica do capim-braquiária adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.9, p.1675-1684, 2009.

- MOTT, G. O. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International Grassland Congress, 8., England. **Proceedings ...** 1960. p. 606-611.
- NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: PEIXOTO, A.M., Moura, J.C., Faria, V.P. (Eds.) Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 14, Piracicaba, 1997. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 1997, p.231-251.
- NABINGER, C.; DALL'AGNOL, M; CARVALHO, P.C.F. Biodiversidade e produtividade em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 22. Piracicaba, 2006. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 2006. p. 37-85.
- NABINGER, C., PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 755-771.
- NASCIMENTO JR, D.; ADESE, B. Acúmulo de biomassa na pastagem. In: PEREIRA, O G., OBEID, J.A., FONSECA, D.M., NASCIMENTO JR, D. (Eds.) Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem,2, Viçosa, 2004. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004, p. 289-330.
- NELSON, C.J., ASAY, K.H., SLEPER, D.A. Mechanisms of canopy development of tall fescue genotypes. **Crop Science**, v.17, p.449-452, 1977.
- NELSON, C.J. Shoot Morphological Plasticity of Grasses: Leaf Growth vs. Tillering. In: LEMAIRE, G., et.al (Eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. CAB-International, Wallingford, UK, p.101-126, 2000.
- NOLAN, T. Mixed grazing under Nordic conditions. In: GUDMUNDSSON, O. (Ed.). **Grazing research at northern latitudes**. New York: Plenum Press, 1986. P.141-152.
- NOVAES, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e em condições tropicais**. Viçosa: UFV, DPS, 1999. 399p.
- ODUM, E. P. **Fundamentals of ecology**. 3º Ed., W. B. Saunders, Philadelphia, 1971.
- PAIVA, A.J. **Características morfogênicas e estruturais de faixas etárias de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009. 104 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ Universidade de São Paulo, 2009.
- PARSONS, A.J. The effects of season and management on the growth of grass swards. In: JONES, M.B., LAZENBY, A. (Eds.) *The grass crop: the physiological basis of production*. London: Chapman & Hall, p.129-177, 1988.
- PARSONS, A.J., CHAPMAN, D.F. The principles of pasture growth and utilization. In: HOPKINS, A. (Ed.) *Grass. It's production and utilization*. Blackwell Science, Oxford, p.31-88, 2000.
- PATERSON, T.G., MOSS, D.N. Senescence in field-grown wheat. **Crop Science**, v.19, 635-640, 1979.

- PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; DA SILVA, S.C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.2, p.281-287, 2007.
- PEDREIRA, C.G.S. Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. p.100-150.
- PEDREIRA, C.G.S.; MELLO, A.C.L.; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2001. p.772-807.
- PEDREIRA, C.G.S.; SILVA, S.C.; BRAGA, G.J. et al. Sistemas de pastejo na exploração pecuária brasileira. In: OBEID, J.A., PEREIRA, O G., FONSECA, D.M., NASCIMENTO JR, D. (Eds.) Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem, 1, Viçosa, 2002. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002, p. 197-234.
- PINTO, L.F.M.; DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F. et al. Dinâmica de acúmulo de matéria seca em pastagens de Tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, v.58, n.3, p.439-447, 2001.
- ROOK, A.J.; TALLOWIN, J.R.B. Grazing pasture management for biodiversity benefit. **Animal Research**, v.52, p.181-189, 2003.
- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; BALBINO, E.M. et al. Caracterização de perfilhos em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.643-649. 2009a.
- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; BALBINO, E.M. et al. Produção de bovinos em pastagens de capim-braquiária diferidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.635-642. 2009b.
- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, EUCLIDES, V.P.B. et al. Valor nutritivo da forragem e de seus componentes morfológicos em pastagens de *Brachiaria decumbens* diferida. **Boletim da Indústria Animal**, v.65, n.4, p.303-311. 2008.
- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; GOMES, V.M. et al. Morfologia de perfilhos basais e aéreos em pasto de *Brachiaria decumbens* manejado em lotação contínua. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.635-642. 2009b.
- SANTOS, P.M.; BALSALOBRE, M.A.A., CORSI, M. Características morfogênicas e taxa de acúmulo de forragem do capim-mombaça submetido a três intervalos de pastejo. **Enciclopédia Biosfera**, v.6, n.9, p.1-13, 2010.
- SANTOS, P.M.; BERNARDI, A.C.C. Diferimento do uso de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 22., 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005. p.95-118.
- SANTOS, P.M.; CORSI, M.; PEDREIRA, C.G.S. Tiller cohort development and digestibilidade in Tanzania guinea grass (*Panicum maximum* cv. Tanzania) under three levels of grazing intensity. **Tropical Grasslands**, v.40, p.84-93, 2006.
- SARMENTO, D.O.L. **Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim marandu a regimes de lotação contínua**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2003. 76p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, 2003.

- SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu sob lotação contínua**. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Piracicaba, 2004.
- SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.35-47, 2008.
- SBRISSIA, A.F., DA SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba:SBZ, p.731-754, 2001.
- SBRISSIA, A.; DA SILVA, S.; MATTHEW, C. et al. Tiller size/density compensation in grazed Tifton 85 bermudagrass wards. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.12, p.1459-1468, 2003.
- SILVA, C.C.F.; BONOMO, P.; PIRES, A.J.V. et al. Características morfológicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.4, p.657-661, 2009a.
- SILVA, D.S.; GOMIDE, J.A.; FONTES, C.A.A. et al. Pressão de pastejo em pastagem de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum*, schum cv. MOTT) 1 - Efeito sobre a estrutura e disponibilidade de pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.2, 1994.
- SILVA, G.P.; SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M. et al. Densidade populacional de perfilhos em áreas do pasto de capim-braquiária com alturas variáveis. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5., 2008, Aracaju. Anais/CD-ROM. Aracaju: Sociedade Nordestina de Produção animal, 2008.
- SILVA, M.M.P.; VASQUEZ, H.M.; BRESSAN-SMITH, R.E. Respostas morfológicas de gramíneas forrageiras tropicais sob diferentes condições hídricas do solo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.5, p.1493-1504, 2005.
- SKINNER, R.H., NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v.35, n.1, p.4-10. 1995.
- SPEHN, E.M.; HECTOR, A.; JOSHI, J. et al. Ecosystem effects of biodiversity manipulations in European grasslands. **Ecological monographs**, v. 75, n.1, p.37-63, 2005.
- WILSON, J.R., t MANNETJE, L. Senescence and digestibility and carbohydrate content of buffel grass and green panic leaves in swards. **Australian Journal Agricultural Research**, v.29, n.3, p.503–516, 1978.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 3 ed., 2006. 719p.
- TRINDADE, J.K.; DA SILVA, S.C.; SOUZA JUNIOR, S.J. de; GIACOMINI, A.A.; ZEFERINO, C.V.; GUARDA, V.D.A.; CARVALHO, P.C.F. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotacionado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.883-890, 2007.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 8.1. Viçosa, MG: 2003. (Apostila).

- VALLE, C.B.; MACEDO, M.C.M.; EUCLIDES, V.P.B.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S. Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Ed.). **Plantas forrageiras**. 1.ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. p. 327-353.
- VOLENEC, J.J.; NELSON, C.J. Responses of tall fescue leaf meristems to N fertilization and harvest frequency. **Crop Science**, v.23, p.720-724, 1983.
- YODA, K.; KIRA, T.; OGAWA, R. et al. Intraspecific competition among higher plants. XI self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions. **Journal of Institute Polytechnics**, Osaka City University, Series D, v.14, p.107-129, 1963.
- 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**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2006. 193 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ Universidade de São Paulo, 2006.