

Essa dissertação é fundamentada no detalhamento da dinâmica de desfolhação durante a ocupação dos animais em pastos de capim-quicuiu manejados em lotação intermitente.

Orientador: André Fischer Sbrissia

Lages, 2015

2
0
1
5



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS - CAV
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**DINÂMICA DE DESFOLHAÇÃO EM
PASTOS DE CAPIM-QUICUIU
MANEJADOS EM LOTAÇÃO
INTERMITENTE**

CAUBY DE MEDEIROS NETO

LAGES, 2015

CAUBY DE MEDEIROS NETO I DINÂMICA DE DESFOLHAÇÃO EM PASTOS DE CAPIM-QUICUIU MANEJADOS EM LOTAÇÃO INTERMITENTE

CAUBY DE MEDEIROS NETO

**DINÂMICA DE DESFOLHAÇÃO EM PASTOS DE CAPIM-
QUICUIU MANEJADOS EM LOTAÇÃO INTERMITENTE**

Dissertação apresentada ao
programa de Pós-Graduação em
Ciência Animal como requisito
parcial para obtenção do título de
Mestre.

Orientador: Prof. André Fischer
Sbrissia

**LAGES - SC
2015**

M488d

Medeiros Neto, Cauby de
Dinâmica de desfolhação em pastos de capim-
quicuiu manejados em lotação intermitente. -
Lages, 2015.

63 p.: il.; 21 cm

Orientador: André Fischer Sbrissia

Bibliografia: p. 52-61

Dissertação (mestrado) - Universidade do
Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências
Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em
Ciência Animal, Lages, 2015.

1. Frequência de desfolhação. 2. Severidade de
desfolhação. 3. Intensidade de desfolhação. 4.
Área pastejada. 5. Horizontes de pastejo.I.
Medeiros Neto, Cauby de. II. Sbrissia, André
Fischer. III. Universidade do Estado de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência
Animal. IV. Título

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Setorial do
CAV/ UDESC

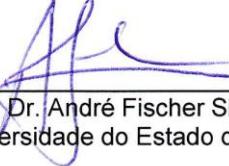
CAUBY DE MEDEIROS NETO

**DINÂMICA DE DESFOLHAÇÃO EM PASTOS DE CAPIM-
QUICUIU MANEJADOS EM LOTAÇÃO INTERMITENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Banca examinadora

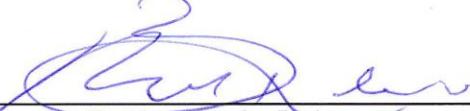
Orientador:


Prof. Dr. André Fischer Sbrissia
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro:


Prof. Dr. Henrique M. N. Ribeiro Filho
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro:


Dr. Rodrigo Amorim Barbosa
Embrapa Gado de Corte

Lages, 24/02/2015

Dedico

À fortaleza da minha existência,
meus pais Carlos e Valdecira.

À minha companheira de todo o
sempre, Bárbara.

AGRADECIMENTOS

"Se vi mais longe foi por estar de pé sobre ombros de gigantes".

Parafraseando Isaac Newton, eu poderia facilmente apontar os gigantes que fizeram com que essa jornada fosse concluída, dos quais eu agradeço:

À força que me rege a todo instante, Deus.

À UDESC/CAV pela oportunidade de realização desse curso.

Ao professor Dr. André Fischer Sbrissia pela confiança em me delegar essa responsabilidade, por estar sempre presente nos momentos de dúvidas e dificuldades e pelo exemplo de caráter e conduta profissional. Sinto-me honrado pelas experiências compartilhadas.

Aos professores do curso de Mestrado em Ciência Animal da UDESC/CAV que contribuíram para meu aprendizado, em especial aos professores Henrique M. N. Ribeiro Filho e André Thaler Neto por estarem sempre dispostos a auxiliar nos momentos de dúvidas.

Ao Dr. Rodrigo Amorim Barbosa, membro da banca avaliadora e quem me incentivou a dar os primeiros passos no universo científico.

Aos estagiários pela ajuda incalculável na realização deste trabalho: Gustavo, Elvys, Daniel L., Luana, Bruna e Bianca.

Aos grandes amigos e companheiros de pós-graduação: Clovis, Tiago, Daniel, Jaciara e Joilson.

Aos colegas do Núcleo de Pesquisa em Pastagem (NUPEP) pelo compartilhamento de conhecimentos.

Aos meus grandes amores Carlão e Nikita pelos conselhos e ensinamentos ao longo da minha vida, por não somarem esforços em me ajudar e por serem grandes incentivadores desta proposta.

À minha irmã Rafaela e ao meu irmão Ricardo pelos momentos vividos.

À minha inestimável companheira Bárbara pela paciência, apoio, compreensão, incentivo e pelos momentos inenarráveis vividos ao seu lado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo.

À todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

RESUMO

DINÂMICA DE DESFOLHAÇÃO EM PASTOS DE CAPIM- QUICUIU MANEJADOS EM LOTAÇÃO INTERMITENTE

Estudos recentes têm mostrado que, em lotação intermitente, a meta pós-pastejo não deve exceder 40% de rebaixamento da altura inicial dos pastos. Apesar de existirem indícios de que a partir dessa severidade de desfolhação os animais passam a pastejar horizontes indesejáveis, não existem evidências em nível de planta de como esses processos ocorrem. É por esse motivo que o objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica de desfolhação durante o rebaixamento de pastos de capim-quicuiu (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex. Chiov.), testando a hipótese de que a transição entre os horizontes de pastejo ocorre quando os animais desfolham em torno de 40% da altura em pré-pastejo. O experimento foi realizado utilizando uma altura em pré-pastejo de 25 cm combinada com severidades de desfolhação de 40, 50, 60 e 70% em relação à altura inicial. O delineamento experimental adotado foi de blocos completos casualizados com quatro tratamentos e três repetições. Cada pasto foi ocupado pelos animais por um período 24 horas e as avaliações referentes à dinâmica de desfolhação foram realizadas em quatro momentos durante esse período de ocupação por meio da técnica de perfilhos marcados. Foram avaliados aspectos relativos à frequência e intensidade de desfolhação por categoria de folha, perfilho, perfilho estendido e colmo, além da área pastejada total, área pastejada apenas uma, duas e três vezes e área repastejada total. Verificou-se que a frequência de desfolhação do perfilho individual aumentou linearmente com a densidade de lotação e que a técnica do perfilho estendido subestima a magnitude da frequência de desfolhação independente da severidade de desfolhação. A partir de 40% de severidade de desfolhação a ingestão de folhas senescentes e de colmos aumentou de duas a três vezes, respectivamente. Tanto as folhas como o perfilho estendido foram pastejados, em média, com uma intensidade relativamente constante. A transição entre horizontes de pastejo se inicia antes de 40% de rebaixamento dos pastos e até esta severidade de

desfolhação é inevitável que aproximadamente 25% da área pastejada sofra uma segunda ou terceira desfolhação. É possível concluir que, a partir da severidade de 40% de desfolhação, a exploração de horizontes inferiores ultrapassa o limite de 25% da área previamente pastejada.

Palavras-chave: Frequência de desfolhação. Severidade de desfolhação. Intensidade de desfolhação. Área pastejada. Horizontes de pastejo.

ABSTRACT

DYNAMICS OF DEFOLIATION IN KIKUYU GRASS PASTURES UNDER INTERMITTENT STOCKING

Recent studies have shown that, in rotational stocking, post-grazing target should not exceed 40% of severity of defoliation of pre-grazing height. Although there is some evidence that from that level of defoliation animals start to graze undesirable horizons, there is not such evidence how these processes occurs at plant level. Thus, the aim of this study was to evaluate the dynamics of defoliation during the grazing down of kikuyu grass pastures (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex. Chiov.), testing the hypothesis that the transition between the grazing horizons occurs when animals defoliate around 40% of initial height. The experiment was conducted using a pre-grazing height of 25 cm combined with levels of defoliation of 40, 50, 60 and 70% of the initial height. The experimental design was a randomized complete block with four treatments and three replications. Pastures were grazed down in 24 hours and assessments related to the dynamics of defoliation were conducted in four times during this period of occupation by using marked tillers technique. Were evaluated aspects of the frequency and intensity of defoliation by leaf category, tiller, extended tiller and stem, and the total grazed area, grazed area only once, grazed area two to three times and total regrazed area. It was found that the frequency of defoliation of individual tiller increased linearly with the stocking density and the technique of extended tiller underestimate the magnitude of frequency of defoliation regardless of severity of defoliation. From 40% of severity of defoliation, the probability of defoliation of senescent leaves and stems increased from two to three times, respectively. Both leaf and extended tiller were grazed, on average, with a relatively constant intensity. The transition between grazing horizons begins before 40% of severity of defoliation and to this severity is inevitable that approximately

25% of the grazed area suffer a second or third defoliation. It was concluded that, from the 40% of severity of defoliation, the exploration of lower horizons exceed the limit of 25% of the previously grazed area.

Keywords: Frequency of defoliation. Severity of defoliation. Intensity of defoliation. Grazed area. Grazing horizons.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 A ESTRUTURA DO DOSSEL E SUA INFLUÊNCIA NA INGESTÃO DE FORRAGEM.....	17
2.2 O COMPORTAMENTO INGESTIVO COMO REGENTE DO DESEMPENHO ANIMAL.....	19
2.3 A ALTURA COMO FERRAMENTA DE	22
2.4 COMO A DINÂMICA DE DESFOLHAÇÃO PODE EXPLICAR O COMPORTAMENTO INGESTIVO?.....	24
2.5 HIPÓTESE.....	26
2.6 OBJETIVO.....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO.....	27
3.2 SOLO.....	27
3.3 CLIMA.....	27
3.4 ESPÉCIE VEGETAL, DIMENSIONAMENTO E TRATOS CULTURAIS.....	27
3.5 ANIMAIS.....	30
3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	30
3.7 MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS.....	31
3.8 PREPARAÇÃO DOS PIQUETES.....	31
3.9 IDENTIFICAÇÃO DOS PERFILHOS.....	32
3.10 AVALIAÇÕES NOS PERFILHOS.....	33
3.11 QUANTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS.....	34
3.11.1 Freqüência de desfolhação.....	34
3.11.2 Intensidade de desfolhação.....	34
3.11.3 Área pastejada total.....	35
3.11.4 Área pastejada apenas uma vez e repastejada duas e três vezes.....	35
3.11.5 Área repastejada total.....	36
3.12 ÁREA FOLIAR POR PERFILHO.....	36
3.13 PROCESSAMENTO E ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	36
4 RESULTADOS.....	38
5 DISCUSSÃO.....	42
6 IMPLICAÇÕES.....	50
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
8 APÊNDICE.....	61

1 INTRODUÇÃO

Desde a década de 1950, estudos ecofisiológicos buscam compreender os aspectos inerentes ao crescimento das plantas, levando em consideração, dentre outros fatores, a eficiência de utilização da luz para a manutenção de alta produção de tecido vegetal. Aos conhecimentos atuais, parece existir um consenso da existência de uma ‘condição ótima’ para o crescimento e, inclusive, fortes evidências apontam que essa condição apresenta relação com a altura do dossel (CARNEVALLI ET AL., 2006; BARBOSA et al., 2007; ZANINI et al., 2012). Por esse motivo, metas de utilização do pasto vêm preconizando a utilização da altura como ferramenta de manejo para as mais variadas espécies forrageiras e em diferentes métodos de lotação animal.

Partindo do pressuposto, surge agora o desafio de estabelecer condições que favoreçam não apenas a produção de forragem, mas o desempenho dos animais em que são submetidos às diferentes estruturas forrageiras. Nesse aspecto, atenção passa a ser referida à estrutura do dossel e suas variações ao longo do período de pastejo. Em lotação intermitente, por exemplo, a formação dessas estruturas é resultado do subsequente processo de desfolhação que, por sua vez, passa a influenciar o desempenho dos animais ao nível de ingestão de forragem.

O entendimento dessa relação de causa e efeito é essencial para compreensão dos fatores condicionantes do desempenho animal e exige maior grau de detalhamento. Uma das formas de descrever como essa interação ocorre é por meio da avaliação do comportamento ingestivo dos animais, que tem o compromisso de compreender as estratégias dos animais na exploração das estruturas que lhes são oferecidas. Essas avaliações vêm sendo amplamente utilizada como ferramenta para a elaboração de metas de utilização do pasto e contribuído com recentes avanços no manejo em ambientes pastoris.

Dentre esses avanços, alguns trabalhos sugerem que, em lotação intermitente, o rebaixamento do pasto não deve exceder 40% da sua altura inicial, pois, a partir desse nível, poderiam ser admitidas reduções na ingestão de forragem em curto prazo, uma das variáveis determinantes do desempenho

animal (FONSECA et al., 2012). Uma das explicações para a redução na velocidade instantânea de ingestão de forragem é a diminuição da ‘qualidade estrutural’ do material forrageiro que parece ocorrer a partir de 40% de severidade de desfolhação em função da possível transição entre os horizontes de pastejo.

Apesar da relevante informação e de sua implicação prática, ainda não existem evidências ao nível de planta de como ocorre o processo de exploração das estruturas forrageiras e, inclusive, como transcorre a transição entre horizontes de pastejo ao longo do período de ocupação dos pastos. É nesse sentido que o presente trabalho busca melhor detalhar esses processos assumindo a premissa de que, a partir de 40% de severidade de desfolhação os animais passam a transitar em horizontes inferiores do dossel caracterizados por imprimir um caráter negativo ao processo de colheita de forragem.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A ESTRUTURA DO DOSSEL E SUA INFLUÊNCIA NA INGESTÃO DE FORRAGEM PELOS ANIMAIS

O conhecimento das características estruturais do dossel forrageiro é essencial para o entendimento das relações existentes entre as plantas forrageiras e os animais em pastejo. Isso decorre do fato de que a ingestão de forragem é condicionada às variações estruturais impostas pelo dossel que, por sua vez, sofre influências do pastejo e do ambiente (CARVALHO et al., 2007).

Laca e Lemaire (2000) definiram a estrutura da pastagem como a distribuição e o arranjo da parte aérea das plantas numa comunidade. Este arranjo espacial pode ser descrito por variáveis que expressam a quantidade de forragem de forma bidimensional como, por exemplo, a relação da quantidade de massa de forragem por unidade de área (kg de matéria seca/ha), altura do dossel e composições morfológicas e, mais recentemente, por parâmetros tridimensionais que integram a disposição espacial, combinação de espécies, densidade volumétrica, dentre outras (CARVALHO et al., 2009).

As características mais importantes na construção destas estruturas são as variáveis ditas morfogênicas tais como a taxa de aparecimento, taxa de alongamento e duração de vida das folhas. Estas variáveis são responsáveis pelas características estruturais da vegetação, definidas pelo comprimento final da folha, a densidade populacional de perfilhos e o número de folhas vivas por perfilho. Em última análise, são estas variáveis que caracterizam a apresentação espacial da matéria seca ao animal em pastejo e a estrutura na qual o animal irá interagir (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

Ainda segundo estes autores, fatores de crescimento como luz, temperatura e disponibilidade de água podem interferir na formação das características citadas acima. A temperatura, por exemplo, interfere na velocidade de aparecimento das folhas e, após uma determinada soma térmica, tem-se a emissão de um fitômero (estrutura composta de folha, nó, entre-nó e uma gema axilar). Por conseguinte, para que o perfilhamento ocorra é necessária a disponibilidade de gemas, fazendo com que a

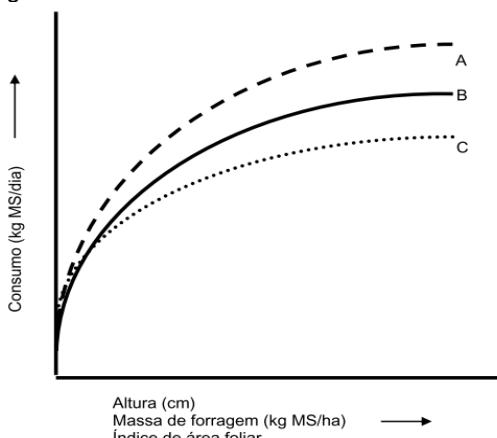
densidade de perfis numa pastagem seja resultado indireto das condições térmicas (CARVALHO et al., 2001).

Além disso, algumas características estruturais são geneticamente determinadas (BRISKE 1996), como o hábito de crescimento. Plantas eretas, por exemplo, são mais aptas à competição por luz, mas também são, de forma geral, mais vulneráveis ao pastejo. Por outro lado, plantas prostradas estão mais protegidas e perdem menos tecidos em ocasião da desfolhação. Todavia, essas conformações estruturais podem ser alteradas pelas características adaptativas da planta desenvolvidas a partir de fatores ambientais e pela ação do pastejo com o objetivo de assegurar a perpetuação da espécie (LEMAIRE, 2001; SBRISSIA e DA SILVA, 2001).

Outro fator interessante em relação às características estruturais do dossel é a altura da pastagem, definida como a altura média das lâminas foliares (HODGSON, 1990), que apresenta forte relação com a área foliar e interceptação de luz do dossel (DA SILVA e NASCIMENTO JUNIOR, 2007). Essa relação permitiu o estabelecimento de técnicas de manejo do pastejo usando a altura como referência, dada a sua facilidade de compreensão, análise e aplicação. Uma maior abordagem da utilização da altura como ferramenta de manejo será feita ao longo deste documento.

Dessa forma, é possível inferir que, devido às influências na formação da estrutura da pastagem, a massa de forragem pode estar espacialmente disposta em uma forma infinita de combinações de altura e densidade volumétrica, podendo-se obter uma mesma massa nas mais diferentes formas, afetando invariavelmente o consumo de forragem, como demonstrado por Carvalho et al. (2001) e representado na Figura 1.

Figura 1 - Relação entre parâmetros da pastagem e o consumo de forragem.



Fonte: Adaptado de Carvalho et al. (2001).

As curvas A, B e C indicam que é possível se observar diferentes níveis de consumos para uma mesma altura, massa de forragem ou índice de área foliar por diferenças na arquitetura ou qualidade intrínseca das plantas. Essa característica apresenta importância indubitável na determinação da resposta animal em condições de pastejo e evidencia a necessidade de entendimento da relação entre a estrutura do dossel e o processo de pastejo.

2.2 O COMPORTAMENTO INGESTIVO COMO REGENTE DO DESEMPENHO ANIMAL

Ao longo de sua escala evolutiva, os herbívoros desenvolveram uma série de mecanismos envolvendo a busca de alimentos com o objetivo de potencializar a utilização das diferentes estruturas formadas pelas plantas. Dessa forma, tais mecanismos podem agora ser melhores explorados com o propósito voltado ao desempenho destes animais por meio do detalhamento de processos envolvendo o comportamento ingestivo (DA SILVA E CARVALHO, 2005; CARVALHO, 2013).

Os animais em pastejo realizam uma série de atividades, dentre as quais se destacam a ruminação, o descanso, a vigilância, as atividades sociais e o pastejo propriamente dito,

cada uma com diferentes amplitudes de flexibilidade. Todas essas atividades são essenciais, no entanto, se por algum motivo algumas dessas demandarem mais tempo, consequentemente haverá uma diminuição proporcional no tempo disponível para as outras atividades. A consequência disso é que, se por algum motivo, o tempo diário for restrito e o animal não conseguir desempenhar suas atividades naturais como a ingestão de forragem, o desempenho poderá ser comprometido.

Evidenciando a importância da eficiência do uso do tempo no consumo de forragem, Soares et al. (2005) ressalvam que os animais conseguem ingerir forragem em qualidade relativamente constante (independente da oferta de forragem) e sugere que a limitação do desempenho animal está relacionada principalmente à quantidade de nutrientes que os animais conseguem ingerir em função do tempo, mais conhecida como velocidade instantânea de ingestão ou taxa de ingestão.

Segundo Carvalho e Moraes (2005), o consumo diário de forragem é produto da taxa de ingestão e pode ser visto como um processo cumulativo oriundo dos bocados colhidos no pasto ao longo de um tempo determinado. Pioneiros nesta proposta, Allden e Whittaker (1970) estabeleceram que o consumo de forragem de um determinado animal em pastejo é o resultado da quantidade de forragem consumida em cada ação de pastejo, a massa do bocado, e da frequência com que os realiza ao longo do tempo em que passa se alimentando (Figura 2).

Figura 2 - Componentes do comportamento ingestivo de um animal em pastejo.



Fonte: Adaptado de Cangiano (1999), citado por Carvalho (2001).

A partir dessa representação, pode-se investigar a influência isolada de cada um dos componentes envolvidos na determinação do consumo diário de forragem.

A massa do bocado é o fator isolado mais importante determinante do consumo de forragem (HODGSON et al., 1994) sendo influenciada principalmente pela profundidade do bocado, uma vez que a área do bocado é relativamente menos sensível às características da pastagem (HODGSON et al., 1997). Segundo esses autores, a taxa de bocados é inversamente proporcional à massa do bocado, consequência do maior número de movimentos mandibulares de manipulação (apreensão e mastigação) com o aumento da massa do bocado, refletindo em maior tempo para desferir consecutivos bocados.

Dessa forma, a relação assintótica entre a taxa de ingestão e a massa de forragem é representada inicialmente pelo aumento da massa do bocado e consequentes reduções na taxa de bocados (PALHANO et al., 2007). No entanto, em condições de elevada oferta de forragem, a taxa de ingestão passa a reduzir em função do maior tempo para formação do bocado decorrente da menor densidade e disposição esparsa das folhas (CARVALHO et al., 2001).

Por outro lado, quando a oferta de forragem é restrita, os animais procuram estratégias compensatórias para tentar manter a taxa de ingestão em níveis elevados. Nestas condições, eles podem aumentar o tempo de pastejo e a taxa de bocados, no entanto, o consumo passa a ser limitado à medida que a diminuição da massa de cada bocado não consegue ser compensada pelo aumento na frequência dos mesmos (PENNING, 1994).

Portanto, é possível verificar que existe uma condição ótima para maximização da taxa de ingestão, condicionada principalmente pelas questões estruturais do dossel. Nesse sentido, tanto a insuficiência como a inacessibilidade da forragem podem restringir o consumo em estádios iniciais ou posteriores do crescimento da pastagem, respectivamente. Carvalho (2005) propôs o conceito de 'ambiente pastoril adequado', considerando não somente a estrutura, mas inclusive parâmetros do ambiente para propor metas de manejo que priorizem tanto processos de colheita de forragem como os de crescimento vegetal.

Neste cenário, Mezzalira (2012) sugeriu que, em lotação intermitente, as metas de construção de estruturas de pasto devem integrar a elevada ingestão de forragem durante o período de ocupação com uma condição residual suficiente para que a planta se restabeleça rapidamente após o período de ocupação, seguindo o modelo proposto por Parsons et al. (1988). Desse modo, pode-se fazer inferência de que a seletividade do animal por folhas será atendida pelas desfolhações menos severas.

Segundo Carvalho et al. (2009), é possível que pastejos mais frequentes e menos severos oportunizem, sob o ponto de vista animal, a colheita de forragem em quantidade e qualidade elevadas. E, sob o ponto de vista da planta, esse manejo promoveria a rápida e vigorosa rebrotação em função de uma estrutura residual com elevada proporção de folhas, o que asseguraria altas taxas fotossintéticas e de crescimento.

2.3 A ALTURA COMO FERRAMENTA DE MANEJO

A altura do pasto, definida como a altura média das lâminas foliares, apresenta-se como um dos principais fatores que influenciam as características estruturais do dossel, quantidade de forragem disponível e sua acessibilidade aos animais (Penning et al., 1991). O fato da altura do dossel integrar diversas características estruturais do pasto permitiu que essa variável fosse usada, com relativo sucesso, na definição de metas de manejo para diversos gêneros/espécies de plantas forrageiras (CARNEVALLI et al., 2006; BARBOSA et al. 2007; ZANINI et al., 2012; AMARAL et al., 2012; FONSECA et al., 2012a; MEZZALIRA et al., 2014).

Primeiramente com uma abordagem da relação entre produção vegetal e a altura do dossel em manejos de pastos sob lotação intermitente, estudos demonstram que o momento de interrupção da rebrota dos pastos durante o período de descanso não deve exceder o tempo e/ou a altura necessária para que o dossel forrageiro intercepte 95% da luz incidente (KORTE et al., 1982; CARNEVALLI et al., 2006; BARBOSA et al., 2007; DA SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007). Apesar de recentes contribuições acerca desse critério (SBRRISSIA et al., 2013), é relativamente bem estabelecido que, a partir desse momento, as

mudanças na composição morfológica e estrutural do dossel (redução na produção de lâminas foliares e aumento no acúmulo de colmo e material senescente) se tornariam dispensáveis ao sistema produtivo.

Dessa forma, trabalhos relacionando a condição em pré-pastejo com a altura do dossel vêm sendo apresentados para as diferentes espécies forrageiras e parece existir um consenso quanto ao critério na elaboração dessas metas (MELLO e PEDREIRA, 2004; CARNEVALLI et al., 2006; ZEFERINO, 2006; BARBOSA et al., 2007; PEDREIRA et al., 2009; ZANNINE et al., 2011; MONTAGNER et al., 2012). Partindo desse princípio, o desafio tem se concentrado na escala de utilização desse material, abrindo uma nova discussão acerca das melhores condições para interrupção do período de ocupação, a altura pós-pastejo.

Com uma perspectiva voltada ao aspectos de comportamento ingestivo de curto prazo, Fonseca et al. (2013) e Mezzalira et al. (2014) avaliaram a condição residual como sendo a proporção de rebaixamento em relação à altura em pré-pastejo, denominando-a de severidade de desfolhação. Segundo esses autores o momento de interrupção do período de ocupação para maximizar a velocidade de ingestão é quando 40% da altura dos pastos é rebaixada pelos animais em pastejo. A partir dessa condição, segundo os autores, o desempenho animal pode ser prejudicado pelas reduções na taxa de ingestão de forragem.

O decréscimo na taxa de ingestão durante o rebaixamento dos pastos é consequência principalmente de fatores como: diminuição da densidade de folhas e da relação lâmina foliar:colmo e aumento da proporção de colmo, material senescente e da força necessária para a colheita do material forrageiro (BARRETT et al., 2001; BAUMONT et al., 2004; BENVENUTTI et al., 2006; GORDON e BENVENUTTI, 2006; GREGORINI et al., 2011; AMARAL et al., 2012; MEZZALIRA et al., 2014).

Associado a estas características, a proposta do pastejo por estratos e/ou horizontes apresenta-se bastante relevante ao entendimento da dinâmica de desfolhação das plantas (BAUMONT et al., 2004; FONSECA 2012b). Segundo Carvalho et al. (2001) em pré-pastejo os animais procuram e consomem o primeiro estrato da vegetação, composto por uma maior

participação de folhas. No entanto, dependendo da severidade de desfolhação empregada (definida basicamente pela carga animal e/ou período de ocupação), os animais passam a explorar estratos inferiores, que são de menor qualidade e difícil manipulação para o processo de formação do bocado. Nestas condições o animal não consegue usar de mecanismos para manter a taxa de ingestão e o consumo animal é prejudicado.

No entanto, são escassos os trabalhos detalhando e quantificando a ocorrência destes processos durante o período de rebaixamento dos pastos. Segundo Wade (1991), apesar da relevância dos estudos investigando o comportamento ingestivo em resposta à altura do dossel, pouca atenção tem sido dirigida em nível de planta. Portanto, informações acerca da dinâmica de desfolhação passam a ser peças-chave para o entendimento da relação planta-animal (HODGSON, 1985).

2.4 COMO A DINÂMICA DE DESFOLHAÇÃO PODE EXPLICAR O COMPORTAMENTO INGESTIVO?

Lemaire e Chapman (1996) relataram que a dinâmica de desfolhação em nível de planta é configurada principalmente pelo número de vezes que um perfilho é desfolhado em função do tempo e pela proporção do material removido a cada evento de desfolhação, definidos respectivamente pela frequência e intensidade de desfolhação.

A intensidade de desfolhação é resultado da profundidade do bocado e sofre influências principalmente da densidade volumétrica de forragem, da altura do dossel e da barreira física formada pela presença de colmos (WADE, 1991; CARVALHO et al., 1999). Dessa forma, apesar de algumas ressalvas (GRIFFITHS et al. 2003) alguns trabalhos têm verificado uma proporção relativamente constante de desfolhação em cada evento de bocado (UNGAR et al., 1991; WADE et al., 1991; LACA et al., 1992).

Seguindo essa concepção, é possível constatar que a severidade de desfolhação dos pastos é resultado de um processo cumulativo da frequência de desfolhação, que ficou demonstrado por Wade (1991) estar linearmente relacionado com a densidade de lotação, independente do método de manejo.

No entanto, apesar da utilização do material forrageiro ser maior conforme se eleva a severidade de desfolhação, a partir do momento em que o aumento dessa severidade é configurado por subsequentes desfolhações na mesma planta é inevitável a atribuição de prejuízos ao desempenho animal em escala de ingestão de forragem pelos seguintes aspectos:

- Após a primeira desfolhação, o perfilho 'perde' área foliar pela ação do pastejo e, com isso, a altura do perfilho é reduzida. Benvenutti et al. (2006) verificou que a área do bocado diminui conforme ocorre reduções progressivas na altura do dossel, relacionando isso ao fato dos animais selecionarem apenas folhas e 'escapar' de colmos;
- A redução da altura do dossel é configurada pelo aumento da proporção de colmos e da densidade de forragem, afetando negativamente a profundidade do bocado (GORDON e LASCANO, 1993);
- Se a massa do bocado diminui (fator determinante do consumo de forragem; HODGSON et al., 1994) pela redução da sua área e profundidade, para manter a taxa de ingestão o animal precisaria aumentar a taxa de bocados ou o tempo de pastejo (PENNING, 1994). Se o aumento da taxa de bocado for configurado por bocados em áreas previamente desfolhadas, mais bocados serão necessários para compensar a massa do bocado, a partir do momento em que o animal não seria capaz de sustentar a taxa de ingestão e o consumo diminuiria. Quanto à possibilidade de aumento do tempo de pastejo, menor seria o tempo disponível para outras atividades como ruminação, descanso, atividade social, o que não seria interessante sobre o ponto de vista de eficiência de utilização do tempo para atender as demandas naturais do animal (CARVALHO et al., 2001).

Portanto, no que diz respeito à ingestão de forragem, a exploração de horizontes inferiores do dossel passa a ser indesejável quando o objetivo é maximizar a velocidade instantânea de ingestão de forragem. Segundo o modelo elaborado por Baumont et al. (2004), a exploração desses horizontes se iniciam quando aproximadamente 70 a 85% da área total é pastejada. Compartilhando desse pensamento, Fonseca et al. (2012b) argumenta que a amplitude de área pastejada sugerida por Baumont et al. (2004) é atingida quando

os pastos são rebaixados a 40% em relação à altura inicial, sugerindo que, a partir desse momento, a redução da velocidade instantânea de ingestão de forragem seria resultado da transição entre horizontes de pastejo. No entanto, até então não ficou evidente a magnitude desses eventos, por isso a necessidade de investigar como esses processos ocorrem ao nível de planta.

2.5 HIPÓTESE

A transição entre os horizontes de pastejo ocorre quando os animais desfolham em torno de 40% da altura em pré-pastejo.

2.6 OBJETIVO

Avaliar a dinâmica de desfolhação em pastos de capim-quicuiu (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex. Chiov.) submetidos a proporções de rebaixamento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Leite do Departamento de Produção Animal e Alimentos do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), campus da Universidade do Estado de Santa Catarina, localizada no município de Lages-SC (27°47' S, 50°18' W e 910 metros de altitude).

3.2 SOLO

O solo da região é classificado como Cambissolo Húmico Alumínico Léptico (EMBRAPA, 2006). Antes de iniciar o período experimental foram realizadas amostragens de terra na camada de 0-20 cm de profundidade para avaliação de sua composição química. Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

3.3 CLIMA

O clima da região de Lages-SC, segundo a classificação de Köppen e Geiger (1939), é subtropical úmido (Cfb) com verões amenos, invernos rigorosos e ocorrência de precipitação em todos os meses do ano (ALVARES et al., 2013).

3.4 ESPÉCIE VEGETAL, DIMENSIONAMENTO E TRATOS CULTURAIS

A espécie estudada classifica-se, de acordo com o “Sistema Cronquist” (CRONQUIST, 1988) como divisão Magnoliophyta; classe Liliopsida; subclasse Commelinidae; ordem Cyperales; família Poaceae; subfamília Panicoideae; tribo Panicodae; subtribo Paniceae; gênero *Pennisetum*; espécie *Pennisetum clandestinum* (Hochst. Ex. Chiov.), mais conhecida como capim-quicuiu.

Tabela 1: Características químicas de amostras de solo da camada de 0-20 cm da área experimental

Bloco	pH-H ₂ O	MO	P*	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V
	%	mg/dm ³				cmol _c /dm ³				%
1	6,2	2,9	20	0,18	8,33	3,67	2,8	12,2	15,0	81,3
2	6,2	2,1	7,8	0,26	7,58	3,36	2,5	11,2	13,7	81,7
3	5,8	2,8	16,3	0,31	7,48	3,60	3,9	11,4	15,3	74,5

Fonte: produção do próprio autor.

*Extrator Mehlich1

Os pastos de capim-quicuiu foram formados no ano de 2000 por meio do favorecimento da espécie em áreas predominantes da mesma e desde então vem sendo utilizados tanto para alimentação do rebanho pertencente ao Departamento de Produção Animal e Alimentos (CAV/UDESC) como para experimentos.

No mês de dezembro de 2013, para a implantação deste protocolo experimental, a área

de aproximadamente 1,8 hectares foi delimitada e dividida em doze piquetes (Figura 3) nos quais foram implantados os tratamentos.

Neste mesmo período, os pastos de todos os piquetes foram roçados a uma altura média de dez centímetros em relação ao nível do solo com o objetivo de submetê-los às mesmas condições para o início da rebrotação. Após a roçada foram aplicados o equivalente a 63 kg de nitrogênio/ha na forma de uréia.

Figura 3: Levantamento topográfico da área experimental.



onte: Adaptado de Padilha D. A. (2013).

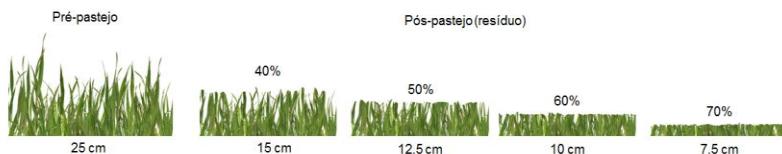
3.5 ANIMAIS

Para as avaliações dos padrões de desfolhação dos pastos, foram utilizados bovinos da raça Holandês cedidos pelo Setor de Bovinocultura de Leite do Departamento de Produção Animal e Alimentos, da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Para tanto, foram selecionadas 16 vacas secas com peso médio de 470 quilos e mantidas em uma área de capim-quicuiu anexa à área experimental até que os piquetes apresentassem condições de pastejo. A lotação em cada piquete foi calculada a partir da biomassa de forragem do estrato pastejável fazendo com que o número de animais destinados ao pastejo em cada unidade experimental variasse conforme a disponibilidade de MS nestes estratos (ver item 3.8 deste documento).

3.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O experimento foi realizado seguindo um delineamento em blocos completos casualizados, com três repetições. O método de pastejo utilizado foi lotação intermitente caracterizado pela definição de uma meta de altura em pré-pastejo de 25 cm (correspondente à condição em que o dossel intercepta 95% da luz incidente) combinada com severidades de desfolhação de 40, 50, 60 e 70% em relação à altura inicial (Figura 4). Desta forma, o experimento apresentou um total de 12 unidades experimentais ou piquetes (três blocos x quatro tratamentos por bloco).

Figura 4 - Representação da altura do dossel na condição de pré-pastejo (25 cm) e pós-pastejo (15; 12,5; 10; 7,5 cm) em função dos tratamentos (40, 50, 60 e 70% de desfolhação).



Fonte: Produção do próprio autor.

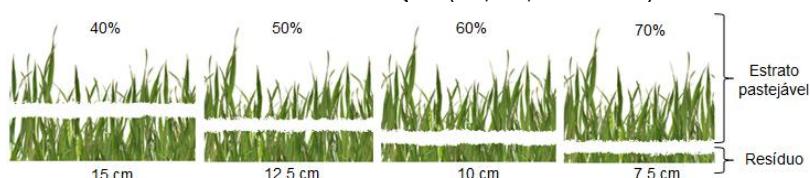
3.7 MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

Após o processo de roçada realizada em dezembro de 2013, iniciou-se o monitoramento da altura dos pastos por meio da técnica do bastão graduado (BARTHRAM, 1985) registrando 50 pontos por unidade experimental. A partir de então, conforme as unidades experimentais atingiam a altura média de 25 centímetros, dava-se início ao processo de preparação de cada unidade para a ocupação dos animais e respectivas avaliações. A altura dos pastos também foi registrada após a saída dos animais de cada unidade experimental a fim de obter a severidade de desfolhação real em função da altura.

3.8 PREPARAÇÃO DOS PIQUETES

Em função de um experimento concomitante conduzido na mesma área experimental, cada piquete foi dividido em quatro faixas, destas, duas foram destinadas ao presente protocolo. Dessa forma, em pré-pastejo (condição em que o dossel atingiu em média 25 cm de altura), iniciava-se o processo de dimensionamento das faixas a fim de serem consecutivamente ocupadas pelos animais. Para tanto, com o auxílio de armações circulares de 0,1 m², foram coletadas quatro amostras de forragem representativas da unidade experimental. Cada amostra foi estratificada em uma porção superior (estrato pastejável) e uma inferior (resíduo) em função do nível de severidade de desfolhação que a unidade experimental seria submetida (Figura 5).

Figura 5 - Representação da estratificação das amostras em função da severidade de desfolhação (40, 50, 60 e 70%)



Fonte: Produção do próprio autor.

Uma porção do estrato pastejável amostrado era imediatamente seco através da técnica de secagem pelo micro-ondas para obtenção do teor de matéria seca deste estrato. Posteriormente, a faixa era dimensionada com o propósito de ofertar a matéria seca do estrato pastejável equivalente a 4% do peso vivo dos animais que seriam utilizados para o pastejo. A outra porção do estrato pastejável era destinada à separação morfológica, identificando a fração colmo (colmo+pseudocolmo), material morto e lâmina foliar.

Além disso, foi fixado o período de um dia para a ocupação de cada faixa, evitando assim possíveis influências do período de ocupação dos animais com o referido padrão de desfolhação. Dessa forma, enquanto a primeira faixa estava sendo ocupada pelos animais, todo o processo de amostragem registrado acima era realizado com o restante da área do piquete para o dimensionamento e posterior ocupação da segunda faixa, avaliando um total de duas faixas por piquete, as quais foram consideradas como réplicas.

Após a saída dos animais de cada faixa foram coletadas também quatro amostras de 0,1 m² que foram denominadas apenas de resíduo e foram utilizadas para a obtenção da massa de forragem pós-pastejo assim como a proporção de seus componentes morfológicos após sua separação.

É importante ressaltar que, para fins de contextualização do dossel, foram verificadas as alturas com a utilização do disco ascendente (Farmworks, modelo F200, New Zealand) num total de 100 registros em pré (na área do piquete) e em pós-pastejo (na faixa dimensionada e utilizada para o pastejo).

3.9 IDENTIFICAÇÃO DE PERFILHOS

Foi utilizada a técnica de perfis marcados para avaliar o padrão de desfolhação dos pastos quando submetidos a severidades de pastejo. Para tanto, foram marcados 20 perfis representativos de cada faixa (em função da altura do dossel) e identificados em quatro réguas transectas (cinco perfis por transecta) distribuídas ao longo da faixa. Cada régua foi alocada transversalmente ao comprimento da faixa e os cinco perfis foram uniformemente distribuídos. A identificação de cada

perfilho foi realizada por meio de fitas adesivas brancas e vermelhas para facilitar a localização dos mesmos (Figura 6).

Figura 6 - Marcação e identificação do perfilho para monitoramento do padrão de desfolhação.



Fonte: Produção do próprio autor.

3.10 AVALIAÇÕES NOS PERFILHOS

A caracterização do perfilho seguiu conforme seu comprimento estendido (distância entre o solo e o ápice da folha mais alta quando posicionada verticalmente) e a classificação como intacto ou desfolhado – o primeiro quando a folha que determinava seu comprimento estendido apresentava-se intacta e o segundo quando a mesma folha apresentava-se desfolhada. Cada uma das folhas desses perfilhos também foram avaliadas com relação as seguintes características: (a) comprimento da lâmina foliar, (b) largura da lâmina foliar medida em sua porção mediana, (c) intacta ou desfolhada, (d) em expansão ou expandida, (e) viva ou senescente. As folhas eram classificadas como ‘em expansão’ quando suas lígulas não estavam expostas e/ou visíveis e senescentes quando parte da lâmina foliar apresentava sinais de senescência (amarelecimento da região apical da folha). O comprimento foi medido de acordo com o estádio de desenvolvimento das mesmas. Logo, para folhas expandidas, mediu-se o comprimento da ponta da folha até sua lígula. No caso de folhas em expansão, a referência era a lígula da ultima folha expandida. Para as folhas em senescência

considerou-se a distância entre a lígula e o ponto onde o processo de senescência era visível (parte verde da lâmina foliar). Além disso, foi registrado o comprimento do colmo (colmo + pseudocolmo) como sendo a distância entre o solo e a lígula da ultima folha completamente expandida.

A caracterização citada acima foi realizada em quatro momentos durante o período de ocupação das áreas pelos animais: I) em pré-pastejo (às 8:00 horas); II) após a primeira atividade de pastejo (às 12:00 horas); III) após a segunda atividade de pastejo (às 18:00 horas) e IV) em pós-pastejo (às 8:00 horas do dia seguinte).

3.11 QUANTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS

Foram avaliados aspectos relativos à frequência e intensidade de desfolhação por categoria de folha (em expansão, madura e senescente), por perfilho, perfilho estendido e de colmo, além da área pastejada total, área pastejada apenas uma, duas e três vezes e área repastejada total.

3.11.1 Frequência de desfolhação

A frequência de desfolhação foi calculada a partir do método descrito por Wade (1991). Esse método relaciona o número de desfolhações (em perfis individuais por categoria de folha, perfilho estendido ou colmo) com o número de perfis marcados (e existentes no momento de cada avaliação) e o período de avaliação (um dia), conforme equação (1).

$$\text{Freq. de desfolhação} = n^{\circ} \text{ de desfolhações} / n^{\circ} \text{ de perf. marcados e existentes / dia} \quad (1)$$

3.11.2 Intensidade de desfolhação

A intensidade de desfolhação foi obtida pelo quociente entre o comprimento do material desfolhado (folha, perfilho estendido ou colmo) e o comprimento do material avaliado antes do evento de desfolhação. O cálculo foi realizado a partir da equação (2).

$$Intens.(\%) = (comprimento\ pré-desfolhação - comprimento\ pós-desfolhação) / comprimento\ pré-desfolhação \quad (2)$$

3.11.3 Área pastejada total

A área pastejada total (em porcentagem da área do piquete) foi calculada por meio da quantificação de perfis desfolhados durante todo o período de avaliação em relação ao número de perfis marcados, com base na equação (3).

$$\text{Área pastejada (em \% da área do piquete)} = n^{\circ} \text{ de perf. desfolhados} / n^{\circ} \text{ de perf. marcados / dia} \quad (3)$$

3.11.4 Área pastejada apenas uma, duas e três vezes

Para a verificação da exploração dos diferentes horizontes de pastejo ao longo do período de ocupação, o presente estudo considerou que sucessivas desfolhações em um mesmo perfil estavam relacionadas ao pastejo em seus respectivos horizontes. Dessa forma, a área pastejada apenas uma vez (em % da área pastejada total) referiu-se à porcentagem de pastejo do primeiro horizonte; a área pastejada duas vezes (em % da área pastejada total) retratou a porcentagem de pastejo no segundo horizonte e a área pastejada três vezes representou a porcentagem de pastejo do terceiro horizonte.

Adicionalmente, derivações acerca da área pastejada apenas uma vez, duas e três vezes (em função da área pastejada total) foram obtidas, respectivamente, a partir da proporção de perfis desfolhados apenas uma, duas e três vezes em relação ao número total de perfis desfolhados, como seguem as equações (4), (5) e (6).

$$\text{Área pastejada apenas uma vez (em \% da área pastejada total)} = n^{\circ} \text{ de perf. desfolhados apenas uma vez} / n^{\circ} \text{ de perf. desfolhados / dia} \quad (4)$$

$$\text{Área repastejada duas vezes (em \% da área pastejada total)} = n^{\circ} \text{ de perf. desfolhados duas vezes} / n^{\circ} \text{ de perf. desfolhados / dia} \quad (5)$$

Área repastejada três vezes (em % da área pastejada total) = n° de perf. desfolhados três vezes / n° de perf. desfolhados / dia (6)

3.11.5 Área repastejada total

Com o objetivo de verificar a área total pastejada mais de uma vez (em função da área pastejada total), foi admitida a área repastejada total como a soma da área pastejada duas e três vezes, através da equação (7).

Área repastejada total (em % da área pastejada total) = área pastejada duas vezes + área pastejada três vezes (7)

3.12 ÁREA FOLIAR POR PERFILHO

A área foliar por perfilho foi obtida pela média da área das laminas foliares de cada perfilho marcado, que foi calculada pelo produto entre o comprimento e a largura destas laminas. A calibração entre área foliar real e área foliar obtida pelo produto entre comprimento e largura consistiu da coleta de 660 lâminas foliares de diferentes categorias das quais foram registradas o comprimento e a largura das mesmas e que, posteriormente, tiveram suas áreas foliares medidas em integrador de área foliar modelo LI-COR 3000. Com essas informações foi possível corrigir a área calculada por meio da equação (8) gerada a partir da análise de regressão entre a área foliar calculada (AfC) e a área foliar real (AfR).

$$AfR = 0,92 AfC + 0,10; R^2 = 0,98 \quad (8)$$

3.13 PROCESSAMENTO E ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os dados foram arranjados como a média de cada tratamento (média de duas réplicas) e submetidos à análise de variância utilizando-se o procedimento GLM (*General Linear Models*) do pacote estatístico SAS (*Statistical Analysis System*), versão 9.0 para Windows.

Cabe ressaltar que, antes da análise de variância, os dados foram avaliados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov com a

finalidade de assegurar que a normalidade na sua distribuição estava sendo respeitada.

O efeito linear, quadrático e cúbico da severidade de desfolhação foi avaliado com o auxílio de Contrastes de Polinômios Ortogonais gerado pelo procedimento IML do pacote estatístico SAS para tratamentos não equidistantes (APÊNDICE 1; KAPS E LAMBERSON, 2004; MIGUEL et al., 2014).

4 RESULTADOS

A severidade de desfolhação discutida ao longo deste trabalho refere-se à proporção de rebaixamento do dossel forrageiro avaliado com o auxílio da régua graduada na condição de pré e pós-pastejo. Ademais, outras medidas de severidade foram associadas com o objetivo de caracterizar e dimensionar a severidade de desfolhação seguindo outras variáveis, como a altura por meio do disco ascendente, a área foliar do perfilho individual, a massa de forragem e a massa de folhas (Tabela 2).

Como pode ser visto na Tabela 2, as severidades obtidas aumentaram linearmente ($P<0,05$) conforme os níveis de severidade de desfolhação pretendida. Interessante observar que contrastantes proporções de rebaixamento e/ou desfolhação do dossel foram construídas independente do critério de avaliação.

A frequência de desfolhação do perfilho por categoria de folha apresentou relação linear com a severidade de desfolhação ($P<0,05$; Tabela 3). Dessa forma, a frequência de desfolhação de folhas em expansão aumentou de 33% para 73% para as severidades de 40% e 62%, respectivamente. Quanto às folhas em senescência, a menor frequência de desfolhação foi observada na severidade de desfolhação de 40% e foi aumentada em 175% comparada com a maior severidade de desfolhação (62%).

Tabela 2 – Altura do dossel em função da régua graduada (RG; cm) e do disco ascendente (DA; unidades de disco), área foliar (AF) por perfilho (cm²), massa de forragem e de folhas (kg de MS/ha) registrados em pré e pós-pastejo e suas respectivas severidades de desfolhação.

	Severidade de desfolhação				EPM	Lin	Quad	Cub
	40	50	60	70				
pré-pastejo								
Altura (RG)	24,8	23,5	25,8	24,9	0,396	N.S.	N.S.	N.S.
Altura (DA)	33,1	30,6	34,6	33,2	0,646	N.S.	N.S.	N.S.
AF por perfilho	31,01	28,4	31,4	32,2	1,776	N.S.	N.S.	N.S.
Massa de forragem	7045	6158	7462	7922	352,31	N.S.	N.S.	N.S.
Massa de folhas	2138	1935	2263	2622	163,32	N.S.	N.S.	N.S.
pós-pastejo								
Altura (RG)	14,8	12,7	10,9	9,7	0,641	0,001	N.S.	N.S.
Altura (DA)	24,8	21,3	20,7	17,8	0,859	0,001	N.S.	N.S.
AF por perfilho	22,0	15,3	12,6	11,4	1,479	0,003	N.S.	N.S.
Massa de forragem	5575	4629	5382	4305	220,88	N.S.	N.S.	0,038
Massa de folhas	1419	1079	938	547	120,58	0,016	N.S.	N.S.
Severidade de desfolhação real (%)								
Altura (RG)	40	46	58	62	0,026	<0,001	N.S.	N.S.
Altura (DA)	25	30	40	46	0,028	<0,001	N.S.	N.S.
AF por perfilho	36	43	59	64	0,047	0,036	N.S.	N.S.
Massa de forragem	21	25	28	44	0,036	0,056	N.S.	N.S.
Massa de folhas	32	42	58	75	0,069	0,030	N.S.	N.S.

Fonte: Produção do próprio autor; EPM = Erro Padrão da Média; N.S. = não significativo ($P>0,05$)

Tabela 3 – Frequência e intensidade* de desfolhação por categoria de folha (F), do perfilho estendido (PE) e do pseudocolmo.

	Severidade de desfolhação (%)				EPM	Lin.	Quad.	Cub.
	40	46	58	62				
Frequência de desfolhação								
F. em expansão	33	59	69	73	5,543	0,005	N.S.	N.S.
F. madura	28	41	46	63	5,175	0,026	N.S.	N.S.
F. senescente	8	21	19	22	2,185	0,004	0,013	0,038
Pseudocolmo	10	16	27	30	3,696	0,053	N.S.	N.S.
Intensidade de desfolhação								
F. em expansão	81	72	80	75	1,571	NS	N.S.	N.S.
F. madura	60	63	72	69	1,871	0,013	N.S.	N.S.
F. senescente	80	59	62	59	3,453	NS	N.S.	N.S.
PE	34	38	37	37	1,932	NS	N.S.	N.S.

Fonte: Produção do próprio autor.

*Em cada evento de desfolhação; EPM = erro padrão da média; N.S. = não significativo ($P>0,05$).

Apesar de não ter sido realizada uma análise para comparação estatística, fica evidente na Tabela 3 que, independente da severidade de desfolhação, as folhas em expansão apresentaram maior frequência de desfolhação comparada às demais categorias (folhas senescentes e maduras). A frequência de desfolhação do pseudocolmo aumentou linearmente ($P<0,05$) com a severidade de desfolhação em uma proporção de 81% quando comparado a menor (40%) com a maior (62%) severidade de desfolhação empregada neste protocolo.

Quando avaliada a intensidade de desfolhação por categoria de folha, apenas a folha madura aumentou linearmente ($P<0,05$) com a severidade de desfolhação (Tabela 3) e o perfilho estendido foi desfolhado, em média, com uma intensidade de 36% em cada evento de desfolhação, independente da severidade de desfolhação.

Houve um efeito linear ($P<0,05$) da área pastejada com a severidade de desfolhação (Tabela 4) sendo as maiores áreas pastejadas verificadas para as severidades de desfolhação de 58% e 62%. A área repastejada total (pastejada duas e três vezes) também aumentou numa proporção de 161% da severidade de 40% para 62% de desfolhação.

Tabela 4 – Proporção da área pastejada total (AP), área pastejada apenas uma vez (AP1x) e área pastejada duas e três vezes (AP 2x e AP 3x, respectivamente) em função da severidade de desfolhação (%).

	Severidade de desfolhação				EPM	Lin.	Quad.	Cub.
	40	46	58	62				
Área pastejada								
AP	71	84	92	93	3,882	0,037	N.S.	N.S.
AP 1x	75,0	55,9	52,3	34,7	5,141	0,002	N.S.	N.S.
AP 2x	22,2	39,4	41,5	47,5	4,278	0,010	N.S.	N.S.
AP 3x	2,8	4,6	6,2	17,8	2,651	0,040	N.S.	N.S.

Fonte: Produção do próprio autor.

EPM = erro padrão da média; N.S. = não significativo ($P>0,05$).

Por outro lado, a área pastejada apenas uma vez (representando o pastejo no horizonte superior do dossel) apresentou ser inversamente relacionada com a severidade de desfolhação, com reduções de até 53% quando comparado a severidade de 40% com a de 62% de desfolhação ($P=0,002$).

5 DISCUSSÃO

Trabalhos clássicos com o objetivo de compreender o processo de ingestão de forragem evidenciam a influência da estrutura do dossel forrageiro no comportamento ingestivo dos animais (ALLDEN e WHITTAKER, 1970; STOBBS, 1973a,b). Desde então, apesar do estudo do comportamento ingestivo dos animais estar envolvido – e com grande mérito – aos recentes avanços conquistados no manejo do pastejo, pouca atenção ao nível de planta têm sido verificada. Dessa forma, associado aos conhecimentos preexistentes, o estudo da dinâmica de desfolhação passa a ser mais uma ferramenta no âmbito elucidativo do processo de ingestão de forragem e que o presente trabalho utilizou na tentativa de inferir sobre o referido processo ao longo de metas de manejo previamente estabelecidas, como poderá ser visto no decorrer dessa discussão.

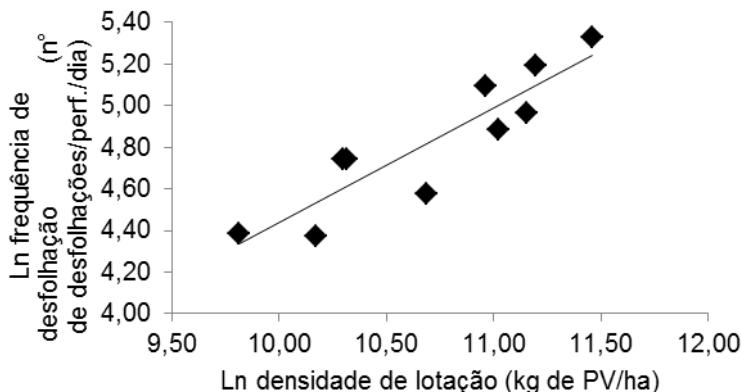
As metas previamente estabelecidas mencionadas acima foram formadas em função da altura do dossel medida por meio da régua graduada. Todavia, essas metas não foram precisamente atingidas e as severidades de desfolhação de 58 e 62% se apresentaram muito próximas (Tabela 2), fazendo com que a discussão deste estudo seja conduzida considerando essa limitação.

Durante o período de rebaixamento da altura dos pastos os animais são submetidos a estratos ou horizontes de pastejo cada vez menos favoráveis ao processo de desfolhação. Segundo Zanini et al., (2012) aproximadamente 90% de todo o colmo dos pastos encontra-se presente em até 50% da altura do dossel e que essa característica morfológica da planta imprime dificuldade de rebaixamento dos pastos em severidades elevadas, que é a provável explicação para a severidade de desfolhação de 70% não ter sido atingida (Tabela 2). Esses resultados corroboram com os registros de Carnevalli et al. (2006); Barbosa et al. (2007) e Pereira et al., (2014), onde, segundo esses autores, a dificuldade em atingir as condições residuais em elevadas severidades de desfolhação é proveniente da barreira física formada pela maior presença de colmos nos estratos inferiores.

De qualquer forma, em função do presente protocolo estabelecer um cenário de oferta de forragem e período de

ocupação fixos, o aumento da severidade de desfolhação foi condicionado pelo aumento da densidade de lotação animal que, invariavelmente, afetou a dinâmica de desfolhação das plantas (Figura 7).

Figura 7 – Relação entre o log da frequência de desfolhação e o log da densidade de lotação ($y = 0,54x - 1,05$; $R^2 = 0,80$).



Fonte: Produção do próprio autor.

O efeito direto da densidade de lotação sobre a dinâmica de desfolhação das plantas foi previamente descrito por Hodgson (1966), Hodgson e Ollerenshaw (1969) e Briske (1982), no entanto, no trabalho de Wade (1991) ficou evidente essa relação ao nível de frequência de desfolhação de perfis individuais. Segundo esse autor, o aumento da densidade de lotação resulta em maior frequência de desfolhação das plantas e que essa relação (em escala log x log) mostrou ser linear independente do método de ocupação dos pastos (contínuo, rotativo ou em faixas).

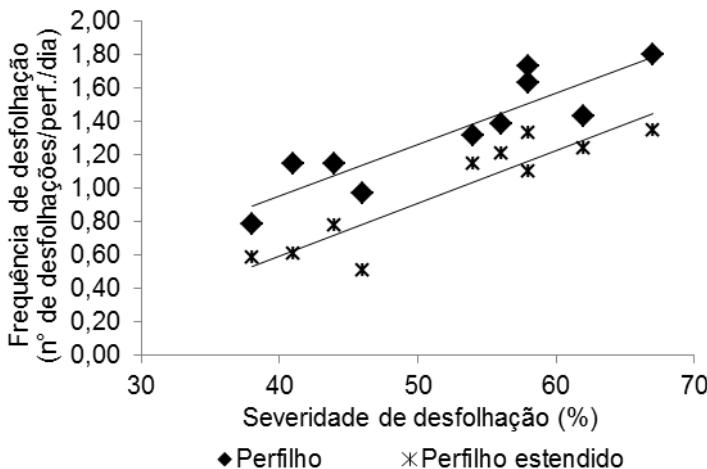
Além disso, a relação *log:log* entre a frequência de desfolhação e a densidade de lotação apresenta por Wade (1991) demonstrou um coeficiente angular de 0,82 indicando que, por exemplo, quando a densidade de lotação é duplicada, a frequência de desfolhação aumenta apenas 1,6 vezes. Este resultado pode ser explicado pela redução da área do bocado em função da exploração de menores estruturas do dossel forrageiro (UNGAR et al., 1991; BENVENUTTI et al., 2006), pela maior competição espacial entre os animais (LEMAIRE et al., 2009) ou

ainda pela redução proporcional da frequência de desfolhação devido ao aumento das áreas rejeitadas pelo pastejo (placas de dejeções) (SANTOS et al., 2012) conforme a densidade de lotação é aumentada. A ocorrência destes fatores pode ter sido atenuada no presente estudo principalmente pelo uso de severidades de desfolhação bastante elevadas, o que, possivelmente, explica o menor coeficiente angular ($CA = 0,54$) e indica que a frequência de desfolhação aumentou em uma proporção ainda menor em relação à densidade de lotação quando comparado aos resultados obtidos por Wade (1991).

Outra explicação para a desproporcionalidade dos processos descritos acima é que possivelmente em algum momento os animais pararam de pastejar nas severidades de 58 e 62% em função das limitações estruturais do dossel. Segundo Ribeiro Filho et al. (2003) e Amaral et al. (2012), ao invés de aumentar a taxa de bocados para compensar a diminuição da massa do bocado em altos níveis de rebaixamento dos pastos, os animais desistem de pastejar e passam a esperar a mudança para outra faixa ou piquete, interferindo diretamente na frequência de desfolhação de perfilhos individuais.

Uma questão interessante e que não deve ser negligenciada é a diferença em magnitude dos processos de desfolhação quando avaliada pela técnica do perfilho estendido ou por desfolhações independentes da categoria de folha (Figura 8). O fato é que, apesar de folhas maiores terem maior probabilidade de serem desfolhadas (BARTHRAM e GRANT, 1984) e o perfilho estendido geralmente ser mensurado por meio da altura dessas folhas, a técnica do perfilho estendido pode omitir a frequência de desfolhação quando apenas folhas que não determinam seu comprimento forem pastejadas. É por esse motivo que cuidados na interpretação da frequência de desfolhação do perfilho individual devem ser tomados quando avaliada por meio da técnica do perfilho estendido, independente da densidade de lotação e/ou severidade de desfolhação. Ademais, a utilização da técnica do perfilho individual com a verificação da frequência de desfolhação por categoria de folha possibilita maior grau de detalhamento, levando em consideração, inclusive, a qualidade do material forrageiro consumido pelos animais.

Figura 8 – Relação entre a frequência de desfolhação do perfilho (desfolhações independentes da categoria da folha; $y = 0,03x - 0,27$; $R^2 = 0,81$) e do perfilho estendido (desfolhações apenas em folhas que determinam o perfilho estendido; $y = 0,03x - 0,65$; $R^2 = 0,84$) com a severidade de desfolhação.



Fonte: Produção do próprio autor.

Quanto à qualidade do material consumido pelos animais, é possível verificar na Tabela 3 que folhas em expansão ou recentemente expandidas têm maior probabilidade de serem desfolhadas quando comparado com folhas senescentes, independente da severidade de desfolhação. Isso possivelmente se deve ao fato de que os animais selecionam material de melhor qualidade e que geralmente estão inseridos em estratos superiores do dossel (HODGSON, 1966; BARTHRAM e GRANT, 1984).

No entanto, quando adotadas maiores severidades de desfolhação, a probabilidade de folhas em senescência e colmos serem desfolhados foi aumentada, respectivamente, em duas e três vezes (Tabela 3), sugerindo existir uma redução na seleção dos animais submetidos a explorar estruturas inferiores do dossel. Além disso, a qualidade da forragem ingerida é reduzida uma vez que folhas em senescência e principalmente colmos apresentam incremento nos componentes da parede celular e queda nos coeficientes de digestibilidade e nos teores de

proteína bruta (WILMAN e MOGHADDAM, 1998; QUEIROZ et al., 2000), que confere ao alimento menor degradabilidade e maior tempo de retenção no rúmen (POSSI et al., 1987), podendo resultar em maior tempo de ruminação e, ao longo prazo, reduções no consumo (CHACON e STOBBS, 1976).

Além dos aspectos envolvendo a frequência de desfolhação, importância deve ser direcionada também ao entendimento da proporção em que o material forrageiro é removido em cada evento de desfolhação, denominada neste documento de intensidade de desfolhação. Apesar de muita controvérsia envolvendo os resultados e, inclusive, a metodologia para a estimativa desta variável (HODGSON 1966; GREENWOOD e ARNOLD 1968; HODGSON e OLLERENSHAW 1969; MAZZANTI e LEMAIRE, 1994), Wade e Carvalho (2000) relataram a existência de um marcado ajuste na profundidade de pastejo dos animais em relação ao comprimento médio das lâminas foliares. Segundo Lemaire et al. (2009), assumindo que o comprimento do colmo+pseudocolmo representa 33% do perfilho estendido e 35% do perfilho estendido é removido a cada evento de desfolhação (WADE, 1991), seria esperado que, em média, 50% do comprimento das folhas fosse removido em cada evento de desfolhação. Apesar dos valores obtidos no presente trabalho serem maiores ao proposto por Lemaire et al. (2009) (Tabela 3), é possível verificar que a intensidade de desfolhação seguiu uma proporção relativamente constante para as diferentes severidades de desfolhação e encontra-se dentro da amplitude observada por Agnusdei (1999), onde aproximadamente 55 a 75% da folha foi removida em cada evento de desfolhação para diferentes espécies estudadas por estes autores.

A relação linear entre a intensidade de desfolhação de folhas maduras e a severidade de desfolhação apresentada na Tabela 3 é explicada possivelmente por subestimações na frequência de desfolhação desta categoria de folha principalmente nas severidades de 58% e 62% onde o intervalo entre avaliações do perfilho individual talvez devessem ser menores em função das altas densidades de lotação empregadas.

Contudo, outro fator demonstrando uma proporcionalidade relativamente constante na profundidade de pastejo dos animais foi a intensidade de desfolhação do perfilho estendido, assim como relatado por Wade (1991) trabalhando

com azevem perene (*Lolium perene*). Segundo este autor, aproximadamente 35% do perfilho estendido é desfolhado em cada evento de desfolhação, independente da densidade de lotação ou do método de manejo. Resultados semelhantes foram observados no presente estudo (36%) mesmo nas maiores severidades de desfolhação (Tabela 3), indicando similaridade na intensidade de desfolhação para espécies de clima tropical e temperado, conhecidas por apresentarem contrastes estruturais.

Por outro lado, Griffiths et al. (2003) relataram que cuidados devem ser tomados quanto a generalização do termo 'proporcionalidade de remoção' principalmente por ser caracterizada pela profundidade do bocado que, por sua vez, é fortemente influenciada pelos estratos e/ou horizontes de pastejo (CANGIANO et al., 2002).

Em nível de horizonte de pastejo, a profundidade do bocado e, consequentemente, o comportamento ingestivo dos animais passam a ser condicionados pela estrutura do dossel forrageiro. Com isso, quando elevadas severidades de desfolhação são empregadas e os animais são submetidos a explorar estruturas preteridas (principalmente colmos), o consumo diário de forragem passa a ser prejudicado principalmente pela dificuldade na formação do bocado e, consequentemente, pela redução na velocidade instantânea de ingestão (BARRET et al., 2001; BAUMONT et al., 2004; FONSECA et al., 2012a; MEZZALIRA et al., 2014).

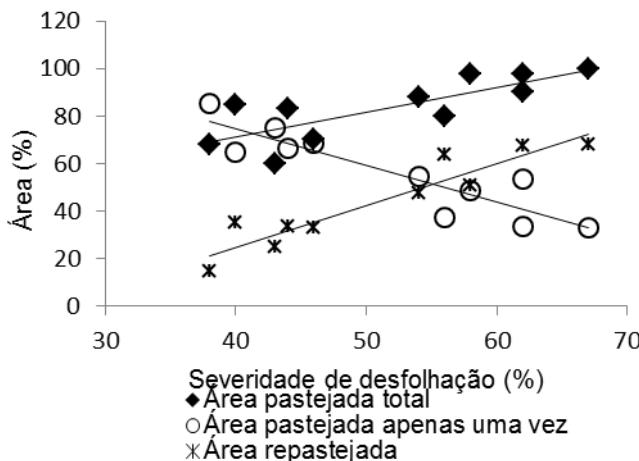
É por esse motivo que Fonseca et al. (2013) sugerem que o rebaixamento dos pastos manejados em lotação intermitente não devem exceder a proporção de 40% de remoção da altura inicial. Segundo esses autores, tanto a massa do bocado como a taxa de bocado são influenciados negativamente a partir dessa severidade de desfolhação provavelmente em função dos animais pastejarem horizontes menos favoráveis a partir desse nível de rebaixamento.

Nesse aspecto, alguns estudos indicam que a transição entre esses horizontes de pastejo deve ocorrer quando 70 a 85% da área é pastejada (UNGAR 1998; BAUMONT et al., 2004; FONSECA et al., 2012b) e, seguindo essa premissa, o presente estudo demonstra que a transição entre os horizontes ocorreria com severidades de 40% até 46% de desfolhação (Tabela 4). No entanto, se isso for assumido como verdade, a explicação de que a transição de horizontes de pastejo seria a causa da redução da

taxa de ingestão a partir da severidade de 40% seria refutada uma vez que a severidade de 46% de desfolhação encontra-se dentro do intervalo proposto para o momento de transição entre horizontes.

Por outro lado, ao considerar que a distinção entre os horizontes de pastejo é caracterizada por diferenças estruturais do dossel (HODGSON, 1981) e assumindo que essas alterações ocorrem após o dossel sofrer uma desfolhação, logo, o horizonte inferior de pastejo é explorado a partir do momento em que os animais repastejam a mesma área. Seguindo esse raciocínio e com o auxílio do intercepto da equação para a área repastejada total (Figura 9), seria razoável admitir que os animais explorariam horizontes inferiores a partir da severidade de 26% de desfolhação. Isso quer dizer que a provável explicação para a redução da taxa de ingestão a partir da severidade de 40% de desfolhação não seria a transição entre horizontes *per se*, mas a proporção de exploração de horizontes inferiores em que os animais conseguem tolerar sem que a velocidade instantânea de ingestão seja reduzida.

Figura 9 – Relação da severidade de desfolhação com a área pastejada apenas uma vez (%; $y = -1,55x + 136,95$; $R^2 = 0,81$) e a área repastejada total (%; $y = 1,75x - 45,10$; $R^2 = 0,88$) em função da área pastejada total (%; $y = 1,03x + 30,07$; $R^2 = 0,61$).



Fonte: Produção do próprio autor.

Além disso, se fosse considerado que a transição entre horizontes fosse indicativa de reduções na velocidade instantânea de ingestão, a meta pós-pastejo seria verificada com a severidade de 26% de desfolhação e apenas 57% da área oferecida aos animais seria, de fato, pastejada. É por esse motivo que, uma vez estudos mostrarem não haver restrições na velocidade instantânea de ingestão com níveis de rebaixamento de até 40% da altura inicial (FONSECA et al., 2012a; FONSECA et al., 2012b; MEZZALIRA et al., 2014), parece ser perfeitamente possível admitir aproximadamente 26% de revisitas (exploração de horizontes inferiores), possivelmente porque a área ocupada pelo primeiro horizonte de pastejo ainda não restringe a seleção dos animais e o repastejo de algumas áreas não acarreta em prejuízos à ingestão de forragem.

Além disso, considerando que os animais deveriam permanecer no piquete até que grande parte do horizonte superior seja explorada (ou próximo a isso) foi possível constatar que, a partir de 40% de desfolhação, as desfolhações apenas nesse horizonte são inversamente relacionadas à severidade de desfolhação (Figura 9; área pastejada apenas uma vez). Isso é explicado pelo aumento das subsequentes desfolhações na mesma área, fazendo com que a área do horizonte superior seja reduzida. Essas subsequentes desfolhações, inclusive, podem representar até 65% da área previamente pastejada em maiores severidades de desfolhação (62%; Tabela 4) que implicaria no pastejo cada vez maior em horizontes representados por menor densidade de folhas e predominância de colmos (BAUMONT et al., 2004; FONSECA et al., 2012a; FONSECA et al., 2013; GREGORINI et al., 2011), demandando mais tempo procurando folhas e manipulando o dossel (BENVENUTTI et al., 2008), reduzindo o número de bocados por estação alimentar (GREGORINI et al., 2011) e, inevitavelmente, reduzindo a ingestão de forragem a curto prazo.

6 IMPLICAÇÕES

Considerando os dados disponíveis na literatura os quais mostram que a velocidade instantânea de ingestão de forragem é maximizada com o rebaixamento de até 40% da altura inicial dos pastos (FONSECA et al., 2012a; MEZZALIRA et al., 2014), os resultados do presente trabalho corroboram com o modelo proposto por Baumont et al., (2004) e Fonseca et al. (2012b) e sugerem que área pastejada durante o período de ocupação dos animais em pastos sob lotação intermitente não deve exceder a 70% do tamanho do piquete. Além disso, é possível admitir que, no máximo, 26% da área pastejada seja repastejada sem que, necessariamente, ocorram reduções na taxa de ingestão de forragem.

A constatação de uma permissividade máxima de áreas repastejadas está relacionada à sua possível independência da severidade de desfolhação. Por exemplo, em um cenário teórico onde ocorrem sucessivos ciclos de pastejo em um mesmo piquete com a meta de severidade de 40% de desfolhação e, a cada ciclo, aproximadamente 30% da área não seja pastejada, em algum momento a área oferecida aos animais não será, necessariamente, a área pastejável (em função do aumento das placas de dejeções ou mesmo pelo envelhecimento do dossel rejeitado nos ciclos anteriores). Isso pode fazer com que os animais voltem a pastejar a mesma área com maior frequência e, possivelmente, os 26% da área repastejada poderia ocorrer antes mesmo que a severidade de 40% de desfolhação seja atingida. Nessas condições, a severidade de 40% de desfolhação definida como meta pós-pastejo poderia dar lugar à proporção de 26% da área repastejada como indicador de manejo. No entanto, mais estudos devem ser realizados para a validação dessa hipótese.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGNUSDEI, M. **Analyse de la dynamique de la morphogenèse foliaire et de la défoliation de plusieurs espèces de graminées soumises à un pâturage continu dans une communauté végétale de la Pampa Humide (Argentine).** 1999. 108 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Institut National Polytechnique de Lorraine, Nancy, 1999.

ALLDEN, W. G.; WHITTAKER, A. M. The determinants of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. **Australian Journal Agricultural Research**, v. 21, p. 755-766, 1970.

ALVARES, C. A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2013.

AMARAL et al. Sward structure management for a maximum short-term intake rate in annual ryegrass. **Grass and Forage Science**, v. 68, p. 271-277, 2012.

BARBOSA, R. A. et al. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 329-340, 2007.

BARRETT, P. B. et al. Pattern of herbage intake rate and bite dimensions of rotationally grazed dairy cows as sward height declines. **Grass and Forage Science**, v. 56, p. 362–373, 2001.

BARTHRAM G. T.; GRANT, S. A. Defoliation of ryegrass-dominated swards by sheep. **Grass and Forage Science**, v. 39, p. 211-219, 1984.

BARTHRAM, G.T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: HIFRO. **The Hill Farming Research Organization Biennial Report 1984/1985**. Penicuik: HFRO, 1985. p. 29-30.

BAUMONT, R. et al. A mechanistic model of intake and grazing behaviour in sheep integrating sward architecture and animal

decisions. **Animal Feed Science and Technology**, v. 112, p. 5-28, 2004.

BENVENUTTI, M. A., GORDON, I. J., POPPI, D. P. The effect of the density and physical properties of grass stems on the foraging behavior and instantaneous intake rate by cattle grazing an artificial reproductive tropical sward. **Grass and Forage Science**, v. 61, p. 272-281, 2006.

BENVENUTTI, M. A. et al. Foraging mechanics and their outcomes for cattle grazing reproductive tropical swards. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 113, p. 15-31, 2008.

BRISKE, D. D.; STUTH, T. W. Tiller defoliation in a moderate and heavy grazing regime. **Journal of range management**, v. 35, p. 511-514, 1982.

CANGIANO, C.A. et al. Effect of live weight and pasture height on cattle bite dimensions during progressive defoliation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 53, p. 541-549, 2002.

CARNEVALLI, R. A. et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v. 40, p. 165-176, 2006.

CARVALHO, P. C. de F. et al. O processo de pastejo: desafios da procura e apreensão da forragem pelo herbíboro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1999. p. 253-268.

CARVALHO P. C. de F. 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: SBZ, 2001. v. 1, p. 853-871.

CARVALHO P. C. de F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: CECATO, U.; JOBIM, C. C. (Org.). **Manejo Sustentável em Pastagem**, Maringá:UEM, 2005, v. 1, p. 1-20.

CARVALHO P. C. de F. et al. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 151-170, 2007.

CARVALHO P. C. de F. et al. Do bocado ao sítio de pastejo: manejo em 3D para compatibilizar a estrutura do pasto e o processo de pastejo. In: SIMPÓSIO, 7.; CONGRESSO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS 3., 2009, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2009. p. 116-137.

CARVALHO P. C. de F. Can grazing behaviour support innovations in grassland management? In: International Grassland Congress, 22., 2013, Sydney. **Proceedings...** Sydney, 2013. P. 1134-1148.

CHACON, E.; STOBBS, T. H. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behavior of cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 27, p. 709-727, 1976.

CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. New York: The New York Botanical Garden, 1988. 555 p.

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

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PERQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FONSECA L. et al. Management targets for maximising the short-term herbage intake rate of cattle grazing in *Sorghum bicolor*. **Livestock Science**, v. 145, p. 205-211, 2012a.

FONSECA, L. et al. Grazing by horizon: what would be the limits to maintain maximum short-term herbage intake rate? **Grassland Science in Europe**, v. 17, p. 237–239, 2012b.

FONSECA, L. et al. Effect of sward surface height and level of herbage depletion on bite features of cattle grazing *Sorghum bicolor* swards. **Journal of Animal Science**, v. 91, p. 1–9. 2013.

GORDON, I.J., LASCANO, C. Foraging strategies of ruminant livestock on intensively managed grassland: Potencial and constrains. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17, 1993, Palmerston North. **Proceedings...** p. 681-690.

GORDON, I. J., BENVENUTTI, M. Food in 3D: how ruminant livestock interact with sown sward architecture at the bite scale. In: BELS, V.(Ed.), **Feeding in domestic vertebrates**: from structure to behaviour. Oxfordshire: CAB International, 2006. p. 273–287

GREENWOOD, E. A. N.; ARNOLD, G. W. The quantity and frequency of removal of herbage from an emerging annual grass sward by sheep in a set stocked system of grazing. **Journal of the British Grassland Society**, v. 23, p. 144-148, 1968.

GREGORINI, P. et al. Effect of herbage depletion on short-term foraging dynamics and diet quality of steers grazing wheat pastures. **Journal of Animal Science**, v. 20, p. 60–66, 2011.

GRIFFITHS, W. M.; HODGSON, J.; ARNOLD, G. C. The influence of sward canopy structure on foraging decisions by grazing cattle. I. Regulation of bite depth. **Grass and Forage Science**, v. 58, p. 125-137, 2003.

HODGSON, J. The frequency of defoliation of individual tillers in a set stocked sward. **Journal of the British Grassland Society**, v. 21, p. 258-263, 1966.

HODGSON, J.; OLDERENSHAW, J. H. The frequency and severity of defoliation of individual tillers in set-stocked swards. **Journal of the British Grassland Society**, v. 24, p. 226-234, 1969.

HODGSON J. Variation in the surface characteristics of the sward and the short-term rate of herbage intake by calves and lambs. **Grass and Forage Science**, 36, 49–57, 1981.

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

HODGSON, J. **Grazing management**: science into practice. New York: John Wiley & Sons, 1990. 203p.

HODGSON, J.; CLARK, D. A.; MITCHELL, R. J. Foraging behaviour in grazing animals and its impact on plant communities. In: FAHEY, G.C. (Ed.). Forage quality, evaluation and utilization. THE NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, 1994, Lincoln. **Proceedings**... Lincoln: American Society of Agronomy, 1994. p. 796-827.

HODGSON, J., COSGROVE, G. P., WOODWARD, S. J. R. Research on foraging behavior: progress and priorities. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1997. **Proceedings**... Canada, 1997. p. 109-118.

KAPS, A. M.; LAMBERSON, W. R. **Biostatistics for Animal Science**. London: CABI Publishing, 2004. p. 389-393.

KOPPEN, W.; GEIGER, R. **Handbuch der Klimatologie**, Berlim: G. Borntraeger, 1939.

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

LACA, E. A.; DEMMENT, M. W. Modelling intake of a grazing ruminant in a heterogeneous environment. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON VEGETATION HERBIVORE RELATIONSHIPS, 1992, New York. **Proceedings**... New York: Academic Press, 1992. p. 57-76.

LACA, E. A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: t' MANNETJE, L.; JONES, R. M. (Eds.). **Field and laboratory methods for grassland and animal production research.** Wallingford: CAB International, 2000. p. 103-122.

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

LEMAIRE, G. Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. In: International Grassland Congress, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2001. p. 29-37.

LEMAIRE G. et al. Interactions between leaf lifespan and defoliation frequency in temperate and tropical pastures: a review. **Grass and Forage Science**, v. 64, p. 341–353, 2009.

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G.; Effect of nitrogen fertilization on the herbage production of tall fescue swards grazed continuously with sheep. 1-Consumption and efficiency of herbage utilization. **Grass and Forage Science**, v. 49, p. 352-359, 1994.

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

MEZZALIRA, J. C. **Taxa de ingestão potencial em pastejo:** um estudo contrastando pastos de clima temperado e tropical. 2012. 168 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2012.

MEZZALIRA J. C. et al. Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. **Applied Animal Behaviour Science**. v. 153, p. 1-9, 2014.

MIGUEL, M. F. et al. Pasture intake and milk production of dairy cows grazing annual ryegrass with or without corn silage supplementation. **Animal Production Science**. v. 54, p. 1810-1816, 2014.

MONTAGNER, D. B. et al. Morphogenesis in guinea grass pastures under rotational grazing strategies. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 883-888, 2012.

PADILHA D. A. **Acúmulo de forragem e composição química em pastos de capim-quicuiu submetidos a estratégias de Iotação intermitente**. 2013. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade Estadual de Santa Catarina, Lages-SC, 2013.

PALHANO et al., Estrutura da pastagem e padrões de desfolhação em capim-Mombaça em diferentes alturas do dossel forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1860-1870, 2005.

PALHANO, A. L. et al. Características do processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagens de capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1014-1021, 2007.

PARSONS, A. J.; JOHNSON, I. R.; HARVEY, A. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. **Grass and Forage Science**, v. 43, p. 49-59, 1988.

PEDREIRA B. C. et al. Acúmulo de forragem durante a rebrotação de capim-xaraés submetido a três estratégias de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 618-625, 2009.

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

PENNING, P. D. et al. Intake and behaviour responses by sheep to changes in sward characteristics under rotational grazing. **Grass and Forage Science**, v. 49, p. 476-486, 1994.

PEREIRA L. E. T. Components of herbage accumulation in elephant grass cv. Napier subjected to strategies of intermittent stocking management. **Journal of Agricultural Science**, v. 152, p. 954-966, 2014.

POPPY, D. P.; HUGHES, T. P.; L'HUILLIER, P. J. Intake of pasture by grazing ruminants. In: NICOL, A.M. (Ed.). **Livestock feeding on pasture**. Hamilton: New Zealand Society of Animal Production, 1987. p. 55-64

QUEIROZ, D. S., GOMIDE, J. A., MARIA, J. Avaliação da folha e do colmo de topo e base de perfilhos de três gramíneas forrageiras. 1. Digestibilidade in vitro e composição química. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 53-60, 2000.

RIBEIRO FILHO H. M. N. et al. Inclusion of white clover in strip-grazed perennial ryegrass swards: herbage intake and milk yield of dairy cows at different ages of sward regrowth. **Animal Science**, v. 77, 2003.

SANTOS M. E. R. Grazing patterns on signalgrass pasture according to location of cattle feces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 898-904, 2012.

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

SBRISSIA A. F. et al. Grazing management flexibility in pastures subjected to rotational stocking management: herbage production and chemical composition of kikuyu-grass swards. In: International Grassland Congress, 22., 2013, Sydney. **Proceedings...** Sydney, 2013. P. 1038-1040.

SOARES, A. B. et al. Produção animal e de forragem em pastagem nativa submetida a distintas ofertas de forragem. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p. 1148-1154, 2005.

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

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

UNGAR, E. D.; GENIZI, A.; DEMMENT, M. W. Bite dimensions and herbage intake by cattle grazing short hand-constructed swards. **Agronomy Journal**, v. 83, p. 973-978, 1991.

UNGAR, E. D. Changes in bite area and bite depth during patch depletion by cattle. In: GIBB, M. J. (Ed.), European Intake Workshop on Techniques for Investigating Intake and Ingestive Behaviour by Farm Animals, vol. 10, 1998, North Wyke. **Proceedings**... North Wyke, 1998. p. 81-82.

WADE, M.H. **Factors affecting the availability of vegetative *Lollium perenne* to grazing dairy cows with special reference to sward characteristics, stocking rate and grazing method.** 1991. 70 p. Thesis (Doctor in Biology Science) - University of Rennes, Rennes, 1991.

WADE, M.; CARVALHO, P.C.F. Patterns of defoliation and herbage intake on pastures. In: HODGSON, J.; LEMAIRE, G.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (Eds.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology.** UK:CAB International, 2000. p. 233- 248.

WILMAN, D., MOGHADDAM, P. R. In vitro digestibility and neutral detergent fibre and lignin contents of plant parts of nine forage species. **Journal of Agricultural Science**, v. 131, p. 51-58, 1998.

ZANINE et al. Características estruturais e acúmulo de forragem em capim-tanzânia sob pastejo rotativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 2364-2373, 2011.

ZANINI, G. D. et al. Distribuição de colmo na estrutura vertical de pastos de capim-aruana e azevém anual submetidos à pastejo intermitente por ovinos. **Ciência Rural**, v. 42, p. 882-887, 2012.

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

8 APÊNDICE 1

Obtenção dos Contrastes de Polinômios Ortogonais para tratamentos não equidistantes pelo procedimento IML (SAS).

Input IML (SAS):

```
proc iml;
x={.40 .46 .58 .61};
xp=orpol(x,3);
print xp;
run; quit;
```

Output IML (SAS):

<i>First Column</i>	<i>Linear Coefficients</i>	<i>Quadratic Coefficients</i>	<i>Cubic Coefficients</i>
0.5	-0.655278	0.5271737	-0.206636
0.5	-0.305796	-0.684243	0.4339362
0.5	0.3931668	-0.269003	-0.723227
0.5	0.5679076	0.4260719	0.495927

APÊNDICE 1 (CONTINUAÇÃO)

Efeito linear, quadrático ou cúbico da severidade de desfolhação sobre a frequência de desfolhação com a utilização dos Contrastes de Polinômios Ortogonais gerados pelo procedimento IML do SAS.

Input GLM (SAS):

```
Data Cauby;
input trat bloco freqs;
cards;

;

proc univariate NORMAL PLOT DATA=Cauby;
proc glm data=Cauby;
class trat;
model freqs = trat bloco;
contrast 'linear' trat -0.655278 -0.305796 0.3931668 0.5679076;
contrast 'quad' trat 0.5271737 -0.684243 -0.269003 0.4260719;
contrast 'cub' trat -0.206636 0.4339362 -0.723227 0.495927;
lsmeans trat / stderr;
run;
proc glm;
model freqs=trat trat*trat/solution;
run;
```