



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV  
CURSO DE PRODUÇÃO VEGETAL

TESE DE DOUTORADO  
FLEXIBILIDADE DO MANEJO DE  
ALTURA DO PASTEJO EM CAPIM-  
QUICUIO SUBMETIDO A MESMA  
PROPORÇÃO DE DESFOLHA

GUILHERME DONEDA ZANINI

LAGES, 2014



**GUILHERME DONEDA ZANINI**

**FLEXIBILIDADE DO MANEJO DE ALTURA DO PASTEJO EM  
CAPIM-QUICUIO SUBMETIDO A MESMA PROPORÇÃO DE  
DESFOLHA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, no Centro Agroveterinário (CAV), da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Produção Vegetal.

Orientador: André Fischer Sbrissia

**LAGES  
2014**

GUILHERME DONEDA ZANINI

**FLEXIBILIDADE DO MANEJO DE ALTURA DO  
PASTEJO EM CAPIM-QUICUHO SUBMETIDO A  
MESMA PROPORÇÃO DE DESPOLHA**


Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, no Centro Agroveterinário (CAV), da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Produção Vegetal.

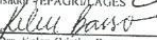
**Banca Examinadora**


Orientador:

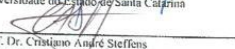
  
Prof. Dr. André Fiedler Sbrissin  
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membros:

  
Dr. Cassiano Eduardo Pinto  
Pesquisador - EPAGRI/LAGES

  
Prof. Dra. Kelen Cristina Basso  
Universidade Federal de Santa Catarina

  
Prof. Dr. Dimas Espinola de Oliveira  
Universidade do Estado de Santa Catarina

  
Prof. Dr. Chailson André Steffens  
Universidade do Estado de Santa Catarina

Lages, 18 de dezembro de 2014

Aos meus amados pais  
José (*in memorian*) e  
Zélia pelo exemplo de  
pessoa, amor  
incondicional e fé.

Ao meu querido avô  
Alexandre Doneda (*in  
memorian*) pelo caráter,  
sabedoria e humildade.

**DEDICO**



Aos meus irmãos Daniel,  
André e Artur pela  
união, amizade e  
incentivo ao longo dos  
anos.

A minha namorada Taís,  
por dar cor e brilho a  
minha vida

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me iluminar em todos os momentos fossem eles bons ou ruins durante esta fase de minha vida.

Ao professor André Fischer Sbrissia, pela orientação, paciência e esforço ao repassar seus conhecimentos.

Aos integrantes do Núcleo de Pesquisas em Pastagem (NUPEP), representados pelos amigos Guilherme Sherek, Raphael Alegrete, Elvys, Gustavo, Léo (FIEPE), Amanda, Luana, Matheus, Vitor Hugo, Cíntia e Tiago pela amizade, ensinamentos, boa convivência e ajuda na execução dos trabalhos.

As amigas Gabriela e Deisy pela convivência, amizade e aprendizado durante toda a pós-graduação.

Aos membros da banca examinadora pela dedicação e tempo concedidos no exame.

Aos professores do Departamento de Produção Animal e Alimentos e do Departamento de Produção Vegetal pelos conselhos e conhecimentos a mim repassados.

Ao Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) pela oportunidade de realização do curso.

À CAPES pela concessão da bolsa durante o projeto.

Ao pessoal do Tambo e serviços gerais da UDESC que ajudaram na parte de implantação e prática do experimento.

Aos meus amados pais José (*in memorian*) e Zélia que sempre estiveram comigo em todas as conquistas, que me apoiaram nos momentos difíceis e que me ajudaram a preservar em meus anseios.

Aos meus irmãos Daniel, André e Artur, pela união, incentivo e companheirismo, sempre!

A minha namorada Taís, pela cumplicidade, companheirismo e carinho em todos os momentos.

Aos meus avós, tios, primos e demais familiares que sempre torceram por minhas conquistas a cada etapa percorrida.

A todas as pessoas que torceram por mim durante esses anos, **MUITO OBRIGADO!!!**



“Somos donos do nosso destino. Somos capitães de nossas almas”

Winston Churchill

## RESUMO

ZANINI, Guilherme Doneda. **Flexibilidade do manejo de altura do pastejo em capim-quicuiu submetido a mesma proporção de desfolha.** 2014. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2014.

O objetivo deste estudo foi verificar a existência de alturas em pastos de capim-quicuiu (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex. Chiov.) inferiores a 95% de interceptação luminosa (IL), desde que utilizadas desfolhações de 50% da altura de entrada, que não prejudiquem o crescimento dos pastos e as taxas de acúmulo líquido de folhas flexibilizando o manejo do pastejo em pastos sob lotação intermitente. O experimento foi realizado de janeiro a junho de 2012 e de janeiro a maio de 2013, sendo os pastos avaliados em duas estações de crescimento (verão e outono). O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados e os tratamentos foram definidos por 4 alturas em pré-pastejo (10, 15, 20 e 25 cm). Como critério de saída dos animais foi utilizada severidade de desfolhação de 50% da altura inicial dos pastos. Foram avaliadas a dinâmica do acúmulo de forragem, as características morfológicas (filocrono, taxa de alongamento de folhas, taxa de alongamento de colmos, taxa de senescência foliar e duração de vida das folhas) e estruturais (número de folhas vivas, comprimento médio de folhas e colmos, densidade populacional de perfilhos e índice de área foliar). A disponibilidade de fatores de crescimento, caracterizadas pelos padrões sazonais de temperatura e precipitação, e as estratégias de manejo do pastejo utilizadas neste estudo foram responsáveis por alterações morfológicas e fisiológicas importantes, determinantes do crescimento e desenvolvimento dos pastos de capim-quicuiu. Apesar dos pastos manejados mais altos (20 e 25 cm) apresentarem menor densidade populacional de perfilhos e maior taxa de senescência foliar que pastos manejados mais baixos (10 e 15 cm) ao longo de todo o período experimental, as maiores taxas de alongamento foliar juntamente com altas taxas de aparecimento (filocrono), duração de vida das folhas, número de folhas vivas durante o mesmo período indicam que pastos de capim-quicuiu possuem uma grande plasticidade no sentido de compensar a menor população de perfilhos em pastos mais altos com perfilhos grandes e mais pesados, além do maior acúmulo de folhas.

Durante os dois anos experimentais não foram encontradas diferenças no acúmulo líquido de folhas nos pastos manejados com 15, 20 e 25 cm de altura. No entanto, pastos manejados com 15 cm apresentaram mais semelhanças morfológicas com pastos manejados à 10 cm e devido as baixas taxas de alongamento e aparecimento de folhas e menor número de folhas vivas, o acúmulo líquido de folhas foi mais próximo do acúmulo líquido dos pastos manejados com 10 cm. Manter pastos manejados com 10 cm durante as estações de crescimento (principalmente no verão) pode ser prejudicial para a produtividade do capim-quicuío, uma vez que não há suficiente reposição de área foliar para manter altas taxas de acúmulo de folhas. As semelhanças produtivas dos pastos manejados com 20 e 25 cm de altura (90,5 e 95,5% de IL, respectivamente) em pré-pastejo durante todo o período experimental mostram que a lotação intermitente, desde que utilizadas desfolhações de 50% da altura de entrada, permite uma amplitude de manejo que não prejudica o acúmulo líquido de folhas da mesma forma que em lotação contínua.

**Palavras-chave:** Altura do dossel. Acúmulo de folhas. Crescimento dos pastos. Interceptação de luz. Morfogênese. Severidade de desfolha.

## ABSTRACT

ZANINI, Guilherme Doneda. **Flexibility of grazing height management in kikuyu grass subjected to the same proportion of defoliation.** 2014. Thesis (Ph.D. in Plant Production). Universidade do Estado de Santa Catarina. Post-graduate Program in Agronomy, Lages, 2014.

The objective of this study was to verify the existence of times when kikuyu grass pasture (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex. Chiov.) Less than 95% (LI), provided that used defoliation of 50% of the input high, that would not undermine the growth of grass and leaves of fluid accumulation rates easing the management also in intermittent stocking. The experiment was conducted from January to June 2012 and from January to May 2013, with the pastures evaluated in two growing seasons (summer and fall). The experimental design was a randomized complete block design and the treatments were defined by 4 times in pre-grazing (10, 15, 20 and 25 cm). As the animals exit criterion was used defoliation severity of 50% of the initial height of the pastures. We evaluated the dynamics of herbage accumulation, the morphogenesis (Phyllochron, leaf elongation rate, stem elongation rate, leaf senescence rate and duration of life of the leaves) and structural (number of green leaves, medium length leaves and stems, tillering and leaf area index). The availability of growth factors, characterized by seasonal patterns of temperature and precipitation, and grazing management strategies used in this study accounted for important morphological and physiological changes, determinants of growth and development of grass kikuyu pastures. Despite higher managed pastures (20 and 25 cm) have lower population density of tillers and leaf senescence rate that lower managed pastures (10 and 15 cm) throughout the experimental period, the higher leaf elongation rate along with high rates of appearance (phyllochron), lifespan of leaves, number of green leaves during the same period indicate that kikuyu grass pastures have a great plasticity in order to compensate for the reduced number of tillers in higher pastures with large tillers and heavier, have the largest leaf accumulation. During the two experimental years there were no differences in the net accumulation of leaves in swards grazed at 15, 20 and 25 cm. However, swards grazed at 15 cm had more morphological similarities with swards grazed at 10 cm and due to the low elongation rate and leaf appearance and fewer fresh leaves, the net accumulation of leaves was closer to the net accumulation of managed pastures 10 cm. Keep swards

grazed at 10 cm during the growing seasons (especially in summer) can be detrimental to the productivity of kikuyu grass, since there is not enough leaf area replacement to maintain high leaf accumulation rates. The production of similarities pastures managed with 20 and 25 cm in height (90,5 and 95,5% of LI respectively) for pre-grazing throughout the experimental period showed that intermittent stocking, since 50% of the used defoliation entry point allows a management range which does not affect the net accumulation of sheets in the same manner as continuous stocking.

**Keywords:** Sward height. Leaf accumulation. Growth of pastures. Light interception. Morphogenesis. Defoliation severity.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Modelo conceitual com as principais variáveis envolvidas no processo de manejo do pastejo em pastos de capim-quicuío (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex. Chiov.) submetidos a estratégias de lotação intermitente por bovinos .....24
- Figura 2 - Diagrama representativo das relações entre as características morfológicas e estruturais em pastagens. ....26
- Figura 3 - Croqui da área experimental.....43
- Figura 4 - À esquerda, pontos representativos da condição média dos pastos em uma unidade experimental utilizando barras de metal de 1 m de comprimento graduadas a cada 10 cm para escolha e demarcação de perfilhos; À direita, detalhe de um perfilho selecionado para avaliações morfológicas contendo folhas maduras intactas e desfolhadas e folhas em expansão.....45
- Figura 5 - Relação funcional entre a altura dos pastos e a taxa dos processos (crescimento, senescência e acúmulo líquido de folhas) em capim-quicuío submetidos a estratégias de pastejo sob lotação intermitente durante o verão e outono de 2012.....75
- Figura 6 - Relação funcional entre a altura dos pastos e a taxa dos processos (crescimento, senescência e acúmulo líquido de folhas) em capim-quicuío submetidos a estratégias de pastejo sob lotação intermitente durante o verão e outono de 2013.....76

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise química de solo da área experimental antes do início das avaliações.....	38
Tabela 2 - Médias mensais do período experimental (outubro de 2011 a julho de 2012) e média histórica dos últimos 85 anos de Precipitação Média (mm/mês) e Temperaturas (°C) máximas, médias e mínimas. ...	40
Tabela 3 - Médias mensais do período experimental (outubro de 2012 a julho de 2013) e média histórica dos últimos 85 anos de Precipitação Média (mm/mês) e Temperaturas (°C) máximas, médias e mínimas. ...	41
Tabela 4 - Alturas em pré e pós-pastejo (cm), número de pastejos, intervalo médio de pastejo (dias) e interceptação luminosa (%) no pré e pós-pastejo em capim-quicuiu submetidos a estratégias sob lotação intermitente durante o verão e outono de 2012 e 2013. ....	48
Tabela 5 - Filocrono ( $\text{graus.dia}^{-1}$ ), duração de vida das folhas ( $\text{graus.dia}^{-1}$ ) e taxas de alongamento e senescência foliar ( $\text{cm.perfilho}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ) em pastos de capim-quicuiu submetidos a estratégias de pastejo sob lotação intermitente durante o verão e outono dos anos de 2012 e 2013.....	51
Tabela 6- Taxa de alongamento de colmos ( $\text{cm.perfilho}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ) em pastos de capim-quicuiu submetidos a estratégias de pastejo sob lotação intermitente durante o verão e outono de 2012 e 2013.. ....	52
Tabela 7 - Número de folhas vivas por perfilho (NFV), densidade populacional de perfilhos (DPP), comprimento médio de folhas (CMF) e comprimento médio de colmos + pseudocolmos (CMC) em pastos de capim-quicuiu submetidos a estratégias de pastejo sob lotação intermitente durante o verão e outono de 2012 e 2013 .....	55
Tabela 8 - Índice de área foliar médio (IAF médio) em pastos de capim-quicuiu submetidos a estratégias de pastejo sob lotação intermitente durante o verão e outono de 2012 e 2013.....	56
Tabela 9 - Massa de forragem média ( $\text{kg de MS.ha}^{-1}$ ), taxa de acúmulo total de folhas ( $\text{kg de MS.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ), taxa de senescência foliar ( $\text{kg de MS.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ) e taxa de acúmulo líquido de folhas ( $\text{kg de MS.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ) em pastos de capim-quicuiu submetidos a estratégias de pastejo sob lotação intermitente durante o verão e outono de 2012 e 2013 .....	60

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	19
1.1 MODELO CONCEITUAL.....	21
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	25
2.1 MORFOGÊNESE E CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS COMO FERRAMENTAS DE MANEJO.....	25
2.2 ORIGEM, DISTRIBUIÇÃO E UTILIZAÇÃO DO CAPIM- QUICUIO.....	30
2.3 FREQUÊNCIA E SEVERIDADE DE DESFOLHAÇÃO EM LOTAÇÃO CONTÍNUA.....	31
2.4 FREQUÊNCIA E SEVERIDADE DE DESFOLHAÇÃO EM LOTAÇÃO INTERMITENTE .....	32
<b>3 HIPÓTESE</b> .....	37
3.1 OBJETIVOS .....	37
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	38
4.1 LOCALIZAÇÃO, PERÍODO E ÁREA EXPERIMENTAL .....	38
4.2 CARACTERÍSTICAS DO SOLO E CLIMA.....	38
4.2.1 Solo.....	38
4.2.2 Clima.....	39
4.3 PREPARO DA ÁREA EXPERIMENTAL .....	41
4.4 ADUBAÇÃO NITROGENDA.....	42
4.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	43
4.6 MONITORAMENTO DA INTERCEPTAÇÃO DE LUZ E ALTURAS DE PASTEJO .....	44
4.7 AGENTES DESFOLHADORES .....	44
4.8 MONITORAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS.....	44
4.9 MONITORAMENTO DA DENSIDADE POPULACIONAL DE PERFILHOS (DPP) E DETERMINAÇÃO DO ACÚMULO DE FORRAGEM .....	45



4.10 PROCESSAMENTO DOS DADOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	46
<b>5 RESULTADOS</b> .....	47
5.1 CONDIÇÕES DO DOSSEL FORRAGEIRO .....	47
5.2 CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS DOS PASTOS DE CAPIM-QUICUIO.....	48
5.2.1 Filocrono ( $\text{graus.dia}^{-1}$ ), duração de vida das folhas ( $\text{graus.dia}^{-1}$ ) e taxas de alongamento e senescência foliar ( $\text{cm.perfilho.dia}^{-1}$ ).....	48
5.2.2 Taxa de alongamento de colmos ( $\text{cm.perfilho.dia}^{-1}$ ) .....	52
5.3 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DOS PASTOS DE CAPIM-QUICUIO.....	52
5.3.1 Número de folhas vivas por perfilho (NFV), densidade populacional de perfilhos (DPP), comprimento médio de folhas (CMF) e comprimento médio de colmos + pseudocolmos (CMC).....	52
5.3.2 Índice de área foliar médio (IAF médio).....	56
5.4 DINÂMICA DO ACÚMULO DE FORRAGEM .....	56
5.4.1 Massa de forragem média ( $\text{kg de MS.ha}^{-1}$ ), taxa de acúmulo total de folhas ( $\text{kg de MS.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ), taxa de senescência foliar ( $\text{kg de MS.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ) e taxa de acúmulo líquido de folhas ( $\text{kg de MS.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ) .....	56
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	61
6.1 MANUTENÇÃO DAS CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS.....	61
6.2 CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS.....	63
6.3 DINÂMICA DO ACÚMULO DE FORRAGEM .....	71
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	78
<b>8 CONCLUSÃO</b> .....	81
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	82

## LISTA DE ABREVIATURA E SÍMBOLOS

ANOVA = Análise de variância

CAV = Centro Agroveterinário

CMC = Comprimento Médio de Colmos + Pseudocolmos (cm)

CMF = Comprimento Médio de Folhas (cm)

DPP = Densidade Populacional de Perfilhos (perfilhos.m<sup>2</sup>)

DVF = Duração de Vida das folhas (graus.dia<sup>-1</sup>)

EPM = Erro Padrão da Média

EPAGRI = Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

IL = Interceptação de luz (%)

IAF = Índice de Área Foliar

MS = Matéria Seca

NFV = Número de Folhas Vivas (folhas.perfilho<sup>-1</sup>)

R = Coeficiente de Correlação

R<sup>2</sup> = Coeficiente de Determinação

PB = Proteína Bruta

TAIF = Taxa de Alongamento Foliar (cm.perfilho.dia<sup>-1</sup>)

TApF = Taxa de Aparecimento Foliar (graus.dia<sup>-1</sup>)

TAIC = Taxa de Alongamento de Colmos (cm.perfilho.dia<sup>-1</sup>)

TSeF = Taxa de Senescência Foliar (cm.perfilho.dia<sup>-1</sup>)

MFm = Massa de Forragem Média (kg de MS.ha<sup>-1</sup>)

TATF = Taxa de Acúmulo Total de Folhas (kg de MS.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>)

TSF = Taxa de Senescência Foliar (kg de MS.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>)

TALF = Taxa de Acúmulo Líquido de Folhas (kg de MS.ha<sup>-1</sup>)

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos 30 anos, o conhecimento da ecofisiologia de plantas forrageiras tem contribuído para a adoção de práticas de manejo de pastagens mais eficazes. Neste sentido, os estudos, desde então, têm corroborado com as colocações feitas por Hodgson (1984), que descreveu a altura do pasto como uma medida integradora das variações em estrutura do dossel forrageiro. A compreensão do padrão de resposta da planta às condições edafoclimáticas durante as três últimas décadas tornaram possível recomendar práticas de manejo que visam maximizar a produtividade forrageira e a eficiência de colheita da forragem pelo animal em pastejo, tanto em lotação contínua quanto intermitente.

Em trabalho clássico conduzido com pastagem mista de clima temperado sob lotação contínua, Bircham e Hodgson (1983) mostraram uma amplitude na altura de manejo do dossel onde o acúmulo líquido de forragem se mantém relativamente constante, flexibilizando as tomadas de decisão na propriedade. Já em lotação intermitente, trabalho realizado por Korte (1982) demonstrou que a situação onde o dossel atinge 95% de IL deveria ser tomada como o momento ideal de interrupção da rebrota. Isto porque, a partir deste ponto as taxas de alongamento de colmo e senescência foliar apresentam grandes incrementos (CARNEVALLI, 2003). Em adição, alguns trabalhos têm apresentado uma forte relação entre a altura do dossel e a IL, facilitando a utilização deste critério para definir o momento ideal de pastejo (BARBOSA et al., 2007; ZANINI et al., 2012a). Mais recentemente, muitos estudos têm buscado o melhor momento para interromper o pastejo, e parece se consolidar a ideia de que 50% de rebaixamento da altura de entrada seria o ideal, ocorrendo a partir deste momento, se mantida a desfolhação, grandes quedas nas taxas de ingestão de forragem (FONSECA et al., 2012; PÉREZ-PRIETO e DELAGARDE, 2012). Além disso, de acordo com Zanini et al. (2012), independente da espécie vegetal ou da altura de entrada, aproximadamente 90% de todo o colmo dos pastos encontra-se presente até 50% da altura do pasto, indicando que possíveis reduções em consumo a partir desse momento no rebaixamento podem ser atribuídas a dificuldades em manipulação e apreensão da forragem.

Uma das dificuldades dos produtores em manejar pastos sob lotação intermitente tem sido conduzir o pastejo no momento certo, uma vez que se tem assumido e recomendado uma situação única como sendo a ideal (95% de interceptação luminosa - IL), diferentemente do recomendado para lotação contínua. No entanto, todos os trabalhos que

determinaram a produção de biomassa em pastos sob lotação intermitente utilizaram alturas fixas de resíduo, o que gerou, mesmo que inadvertidamente, intensidades diferentes de pastejo. De acordo com Zanine et al. (2011), a interrupção do período de descanso quando o dossel intercepta 95% da luz (ou a sua altura correspondente, dependendo da espécie forrageira) pode ser um critério de manejo muito restrito, especialmente em ambientes adequados que favoreçam o crescimento do pasto, como em pastagens adubadas e, ou, irrigadas. Nesses casos, é comum que, concomitantemente, mais de um pasto/piquete alcance a condição ideal de pastejo, inviabilizando a utilização de todas as áreas no mesmo momento. Nessa situação, seria possível fazer uso de certa flexibilidade nas regras de manejo para definir o momento de se entrar com os animais em pastejo, realizando-o antes da meta ideal de 95% de IL pelo dossel (ZANINE et al., 2011). Além disso, resultados apresentados por Barbosa et al. (2007), como capim-Tanzânia, demonstraram que alturas do dossel interceptando menos de 95% da radiação incidente (90%) podem permitir acúmulos, principalmente de folhas, semelhantes a pastos manejados com a altura preconizada como ideal (95%). Estes resultados sugerem a possibilidade de se manejar pastos sob lotação intermitente com alturas inferiores aquelas correspondentes a 95% de IL, associadas à pastejos moderados, sem prejudicar a produtividade e a qualidade dos pastos, permitindo uma flexibilidade da altura de manejo também para lotação intermitente.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi testar a hipótese de que existe alturas inferiores ao ponto correspondente a 95% de IL, associadas a desfolhações de 50% da altura inicial, que não prejudica os processos ontogênicos das plantas bem como suas taxas de acúmulo líquido de folhas, flexibilizando o manejo do pastejo também em pastos sob lotação intermitente.

## 1.1 MODELO CONCEITUAL

O modelo conceitual (Figura 1) propõe que a altura de pastejo, correlacionada com a interceptação luminosa, pode mostrar a existência de uma faixa de pastejo considerada ótima também para lotação intermitente, abaixo de 95% de IL, quando são utilizadas severidades de desfolhações de 50% da altura inicial dos pastos. Sendo assim, como fator central do modelo conceitual tem-se as estratégias de manejo do pastejo. O manejo do pastejo tem se demonstrado uma extraordinária ferramenta de intensificação, uma vez que por meio de práticas adequadas, de baixo custo, incrementos significativos em produção e produtividade têm sido alcançados. Existem basicamente dois métodos utilizados: lotação contínua e lotação intermitente. Ambos os métodos possuem suas vantagens relativas e podem ser usados sem problemas, desde que se conheçam os princípios que norteiam o processo de acúmulo de forragem em cada um deles.

Em lotação contínua os animais permanecem no pasto por períodos relativamente longos de tempo aonde se busca manter o dossel em uma altura de manejo mais ou menos constante (com taxa de lotação variável) (BIRCHAM e HODGSON, 1983). Neste método de pastejo os processos de crescimento, desenvolvimento e senescência dos pastos ocorrem mais ou menos de forma concomitante ao longo de todo período de utilização. Sendo assim, a altura de manejo de pastos sob lotação contínua irá depender basicamente das metas de desempenho pretendidas, aonde se o objetivo for elevado nível de desempenho animal os pastos devem ser manejados mais altos dentro do intervalo ótimo. Por outro lado, para menores níveis de exigência animal, pode-se trabalhar com as alturas mais baixas de manejo do intervalo ótimo.

Em pastos submetidos a lotação intermitente (com taxa de lotação variável) existem diferenças consideráveis na fotossíntese líquida e na taxa de crescimento conforme a fase de rebrota (KING et al., 1984). Nesse método de desfolha ocorre uma redução abrupta da área foliar após o pastejo, de tal forma que a fotossíntese, logo após a desfolha, pode ser menor que aquela de pastagens mantidas num IAF (índice de área foliar) baixo sob lotação contínua (KING et al., 1984; PARSONS et al., 1988a). A lotação intermitente admite infinitas combinações entre períodos de pastejo, frequências e intensidades de desfolha, de tal forma que é importante considerar a combinação destes efeitos sobre a capacidade do pasto em rebrotar e produzir forragem com alto valor nutritivo (PARSONS et al., 1988b). Dessa forma, estratégias que resultam em variações na altura do dossel, na taxa de

lotação, entre outros, exercem influência sobre a frequência e intensidade de pastejo, devendo, conforme o manejo imposto, provocar um efeito positivo ou negativo sobre o acúmulo de forragem em pastos manejados sob lotação intermitente.

Em países de clima tropical tem-se aumentado o uso de variáveis que identificam condições de pasto (altura, massa, resíduo) quer seja como guias para manejo ou caracterizações de tratamentos experimentais (CARNEVALLI et al., 2006). Isto é de fundamental importância para a definição da intensidade e da eficiência com que a pastagem está sendo colhida. Para isso, alguns parâmetros ecofisiológicos para se estipular o momento ideal de corte ou pastejo, tais como, interceptação luminosa de 95% e início do aumento na taxa de senescência foliar têm sido usados com algum sucesso. Nesse sentido, durante os últimos anos, inúmeros trabalhos (CARNEVALLI, 2003; MONTAGNER, 2007; BARBOSA et al., 2007; VOLTOLINI et al., 2010; ZANINI et al., 2012ab) tem apresentado uma forte relação entre a altura do dossel e a IL, facilitando a utilização deste critério para definir o momento ideal de pastejo. No entanto, todos estes trabalhos que determinaram a produção de biomassa em pastos sob lotação intermitente utilizaram alturas fixas de resíduo, o que gerou, mesmo que inadvertidamente, intensidades diferentes de pastejo.

A produção de novos tecidos aliado a senescência/morte de tecidos já existentes resultam no acúmulo de forragem. Este acúmulo é fruto da combinação dos processos que ocorrem em perfilhos individuais, que associados à densidade populacional de perfilhos (DPP) determinam o índice de área foliar do pasto (IAF). Os resultados apresentados por Barbosa et al. (2007) para o capim-tanzânia, mostram que alturas de dossel interceptando menos de 95% da radiação incidente (90%) podem permitir acúmulos, principalmente de folhas, semelhantes a pastos manejados com a altura preconizada como ideal (95% de IL). Neste sentido, seria possível fazer uso de certa flexibilidade nas regras de manejo para definir o momento de se entrar com os animais em pastejo, realizando-o antes da meta ideal de 95% de IL pelo dossel sem prejudicar as taxas de crescimento dos pastos.

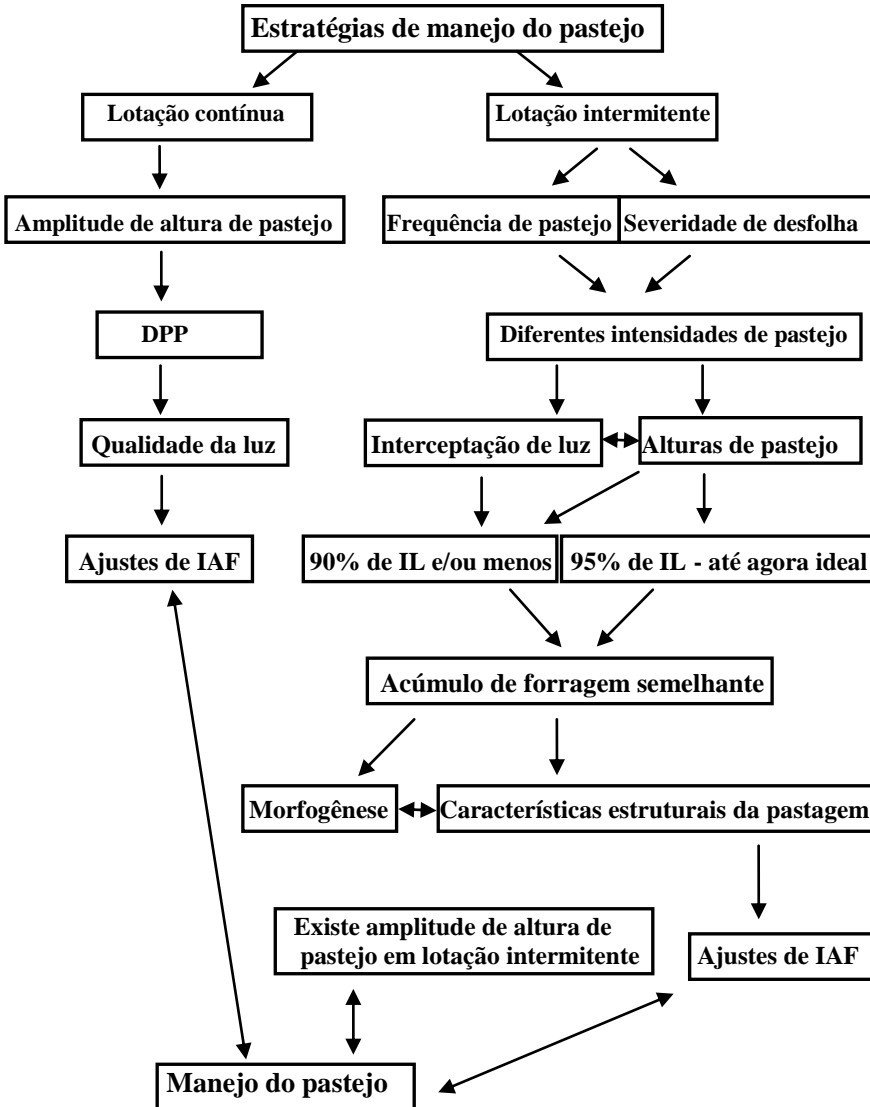
As características morfogênicas e estruturais, definidas pela morfogênese, descrevem a dinâmica do fluxo de tecidos nas plantas forrageiras caracterizada pelos processos de crescimento, senescência e decomposição de tecidos. Para espécies de clima temperado, esses processos já foram amplamente descritos em diversos trabalhos. Entretanto, para espécies de clima tropical, os trabalhos desenvolvidos

são relativamente recentes. Apesar de terem sido iniciados há pouco tempo, os estudos das variáveis morfogênicas e estruturais das plantas forrageiras de clima tropical têm auxiliado no entendimento das interações planta:animal:ambiente no ecossistema pastagem, permitindo o melhor conhecimento do acúmulo de forragem e do fluxo de tecidos das plantas forrageiras (MONTAGNER, 2007).

O conceito de IAF crítico, condição na qual 95% da luz incidente são interceptados, originalmente descritos e aplicados com sucesso em plantas de clima temperado, demonstrou-se efetivo e válido também para o manejo de gramíneas de clima tropical sob lotação intermitente, uma vez que mostrou relação análoga com variáveis como acúmulo de forragem, especialmente de folhas, composição morfológica do acúmulo e valor nutritivo da forragem produzida (DA SILVA, 2004). Portanto, o IAF é a principal característica estrutural em uma comunidade vegetal, uma vez que é fator fundamental na interceptação da radiação incidente e fotossíntese (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

Como já discutido, uma das dificuldades dos produtores em manejar pastos sob lotação intermitente tem sido permitir o pastejo no momento certo, uma vez que se tem assumido e recomendado uma situação única como sendo a ideal (95% de interceptação luminosa - IL), diferentemente do recomendado para lotação contínua. No entanto, estas recomendações têm sido definidas com base em experimentos que utilizaram resíduos fixos, resultando em diferentes intensidades de pastejo. Sendo assim, como fator chave desse estudo (Figura 1), foi testada a hipótese da existência de alturas de dossel inferiores a 95% de IL, desde que usadas desfolhação de 50% de severidade, que não prejudicassem o crescimento dos pastos e a taxa de acúmulo líquido de folhas, flexibilizando, dessa forma, o manejo de plantas forrageiras de clima tropical também em lotação intermitente.

Figura 1 - Modelo conceitual com as principais variáveis envolvidas no processo de manejo do pastejo em pastos de capim-quicuío (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex. Chiov.) submetidos a estratégias de lotação intermitente por bovinos.





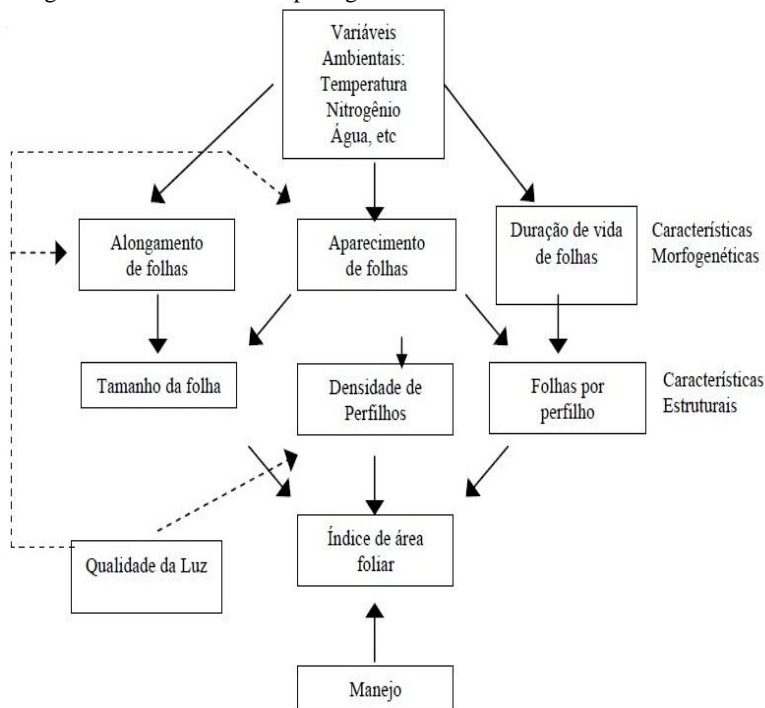
## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 MORFOGÊNESE E CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIIS COMO FERRAMENTAS DE MANEJO SO PASTEJO**

Em países de clima temperado, Nascimento Júnior e Adese (2004) comentaram que a morfogênese é estudada desde a década de 50. Entretanto, no Brasil, foi somente no final da década de 1990 que esses estudos foram introduzidos e avanços significativos têm sido obtidos. Nesse curto espaço de tempo, os resultados disponíveis para as condições brasileiras, obtidos tanto sob condições de lotação contínua quanto de lotação intermitente, em experimentos caracterizados por controle cuidadoso da estrutura do dossel forrageiro, indicam elevado potencial de produção de forragem e desempenho animal (DA SILVA e CARVALHO, 2005; DA SILVA e NASCIMENTO-JÚNIOR, 2007).

As características morfogênicas e estruturais, definidas pela morfogênese, descrevem a dinâmica do fluxo de tecidos nas plantas forrageiras (LEMAIRE e AGNUSDEI, 2000) caracterizada pelos processos de crescimento, senescência e decomposição de tecidos (CHAPMAN e LEMAIRES, 1993). De acordo com os mesmos autores, no pasto em crescimento vegetativo no qual apenas folhas são produzidas, a morfogênese pode ser descrita por três características básicas: aparecimento de folhas, alongamento de folhas e duração de vida da folha. Apesar de serem características determinadas geneticamente, elas podem ser influenciadas por variáveis do ambiente, como temperatura (DURU e DUCROCQ, 2000a), intensidade luminosa (ZANINI et al., 2012a), disponibilidade hídrica (DURAND et al., 1997; MORALES, 1997), nutrientes e efeitos do pastejo (BARBOSA et al., 2002), que definem as taxas e a duração dos processos (Figura 2).

Figura 2 - Diagrama representativo das relações entre as características morfogênicas e estruturais em pastagens.



Fonte: Adaptado de Lemaire e Chapman, 1996.

A taxa de aparecimento foliar (TApF) pode ser considerada a característica principal da morfogênese devido à sua influência sobre os três componentes principais da estrutura do dossel: comprimento final da folha, densidade populacional de perfilhos e número de folhas vivas por perfilho (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996), determinando o Índice de Área Foliar (IAF) do pasto. É expressa como o número médio de folhas surgidas em um perfilho por unidade de tempo (ANSLOW, 1966). Inúmeros trabalhos relatam que a TApF tende a diminuir durante o processo de crescimento da planta. Na verdade, o intervalo entre o aparecimento de primórdios foliares no meristema permanece constante em função da temperatura, mas, com o aumento do comprimento da bainha de folhas sucessivas em gramíneas de hábito de crescimento ereto, há uma maior demora no surgimento das folhas acima do pseudocolmo (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). Esses mesmos autores

relataram ainda que pastos mantidos com um IAF baixo por meio de desfolhações frequentes apresentam maiores valores de TApF que pastos mantidos com um IAF alto, obtido por meio de desfolhações menos frequentes. A TApF é afetada de forma diferenciada pelo corte ou pastejo (NABINGER e PONTES, 2001), de forma marcante pela temperatura (ROBSON et al., 1980) e pelo suprimento de nitrogênio (GASTAL et al., 1992; GASTAL e NELSON, 1992).

O inverso da TApF estima o filocrono que é o tempo transcorrido, em dias ou unidades térmicas, para o surgimento de duas folhas consecutivas. Segundo Lemaire e Agnusdei (2000), para uma dada espécie, o filocrono é uma variável relativamente constante quando expresso em tempo térmico, o que promove uma base de escala para o estudo da morfogênese. A importância do filocrono foi ressaltada por Frank e Bauer (1995), pois quando esse é expresso em graus-dia e aliado ao número de folhas por perfilho permite a caracterização do desenvolvimento do vegetal. Apesar de ser uma variável indicativa da exposição das folhas acima das bainhas e não do exato momento em que os primórdios foliares surgem, corresponde a uma medida não destrutiva e bastante consistente.

A taxa de alongamento foliar (TAIF) correlaciona-se positivamente com a massa de forragem (HORST et al., 1978), sendo afetada de forma variável pelos fatores de ambiente e de manejo. Contudo, o alongamento de folhas possui uma correlação negativa com a TApF, de forma que quanto maior a TApF, menor o tempo de alongamento das folhas. Gramíneas de clima tropical, em particular aquelas de hábito de crescimento ereto, apresentam outro componente importante do crescimento que interfere significativamente com a estrutura do dossel e com o equilíbrio do processo de competição por luz; o alongamento de colmos (SBRISSIA e DA SILVA, 2001; SBRISSIA, 2004). O desenvolvimento rápido dos colmos é uma característica genética e traz como consequência uma alteração na quantidade e qualidade da luz no interior do dossel, estimulando, principalmente, a competição entre plantas vizinhas, face a um maior sombreamento que pode resultar em redução da relação entre as ondas vermelho e vermelho-distante da radiação disponível (TAIZ e ZEIGER, 2004). O desenvolvimento de colmos pode favorecer o aumento da produção de matéria seca, mas em contrapartida, pode apresentar efeitos negativos sobre o aproveitamento e a qualidade da forragem produzida (SANTOS, 2002), alterando o comportamento ingestivo dos animais e, conseqüentemente, o consumo de forragem (PALHANO et al., 2007). O

manejo do pastejo (frequência e severidade) tem sido a forma mais utilizada para controlar o alongamento de colmos. Corsi et al. (2001) enfatizaram a importância do controle do pastejo com o objetivo de limitar a degeneração da estrutura do dossel, função da formação excessiva de colmos e acúmulo de material morto, determinantes da redução da relação lâmina:colmo e redução da eficiência de utilização da forragem produzida.

A duração de vida da folha (DVF) representa o período durante o qual, após completa desfolhação, tecidos verdes se acumulam em um perfilho individual adulto sem que ocorra qualquer perda por senescência (LEMAIRE e AGNUSDEI, 2000). De acordo com Nabinger (1997), essa variável determina o ponto de equilíbrio entre os processos de crescimento e senescência foliar. Para Garcez Neto (2001), o corte ou pastejo pode alterar a DVF. Além disso, a senescência de folhas pode ser influenciada pelo ambiente, estágio de desenvolvimento da planta e características inerentes à própria espécie forrageira.

Os componentes morfogênicos das plantas (TApF, TAIF, TAIC, TSeF e DVF) em associação, determinam os componentes estruturais do dossel forrageiro (CHAPMAN e LEMAIRES, 1993) sendo estes, o comprimento médio de folhas (CMF), a densidade populacional de perfilhos (DPP) e o número de folhas vivas (NFV) (Figura 2). Com a inclusão do alongamento de colmos no estudo das variáveis morfogênicas de plantas forrageiras de clima tropical, a relação lâmina:colmo passou também a ser estudada como característica estrutural (SBRISSIA e DA SILVA, 2001).

O comprimento médio de folhas (CMF) é determinado pela relação entre a TApF e TAIF, uma vez que, para um dado genótipo, o período de alongamento da folha é uma fração constante do intervalo de aparecimento de folhas sucessivas (DALE, 1982). Enquanto a TAIF está diretamente correlacionada com o tamanho final da folha, ou seja, folhas de maior tamanho são associadas a valores elevados de TAIF, a TApF correlaciona-se negativamente com o CMF, de forma que quanto maior a TApF, menor o alongamento e comprimento final das folhas (NABINGER e PONTES, 2001). Outro fator que apresenta influência para este componente é o comprimento da bainha, pois quanto maior o comprimento da bainha foliar maior a fase de multiplicação celular, promovendo maior comprimento final da folha (DURU e DUCROCQ, 2000a). Devido à resposta linear da TApF a variações em temperatura, o tamanho das folhas aumenta com aumentos na temperatura ambiente e,

em temperaturas similares, as folhas são maiores na fase reprodutiva do que na fase vegetativa (NABINGER e PONTES, 2001).

O número de folhas vivas por perfilho (NFV) é uma variável que é diretamente influenciada pela TApF e pela DVF, sendo que o seu valor, normalmente, é espécie dependente e, na ausência de deficiências hídricas e nutricionais, é uma característica genotípica bastante estável (NABINGER e PONTES, 2001). Portanto, o número de folhas vivas (NFV) é uma constante genotípica e pode ser obtido a partir da duração de vida das folhas expressa como número de intervalo de aparecimento entre folhas sucessivas (DAVIES, 1988). Por ser resultado da combinação de características morfogênicas, sofre influência direta e indireta de fatores relacionados ao ambiente e às práticas de manejo utilizadas (GOMIDE, 1997).

A densidade populacional de perfilhos (DPP) em comunidade de plantas forrageiras é função do equilíbrio entre as taxas de aparecimento e morte de perfilhos (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996), sendo influenciada diretamente pela TApF por meio da determinação do número potencial de gemas axilares e da relação entre o aparecimento de perfilhos e o aparecimento de folhas (“site filling”) que, juntos, determinam a taxa de aparecimento de perfilhos (DAVIES, 1974). Ou seja, o número de perfilhos vivos por planta, ou unidade de área, é determinado pela relação entre a periodicidade de aparecimento de novos perfilhos e a longevidade dos mesmos. Assim, de acordo com Briske e Heitshmidt (1991), mudanças na densidade populacional de perfilhos ocorrem quando o surgimento de novos perfilhos é inferior ou excede a mortalidade. Para Parsons e Chapman (2000), em pastagens já estabelecidas, cada perfilho necessitaria formar apenas outro perfilho durante seu tempo de vida para a manutenção de uma população constante.

As características estruturais em associação (CFF, NFV e DPP) determinam diretamente o índice de área foliar (IAF), considerada a principal variável estrutural e que possui alta correlação com as respostas tanto de plantas como de animais em ambiente de pastagens (SBRISSIA e DA SILVA, 2001). Da Silva et al. (2009) enfatizaram ainda que o IAF é um atributo estreitamente relacionado com o manejo da pastagem e com a capacidade potencial de rebrotação das plantas forrageiras, sendo que valores baixos de IAF estão normalmente associados a pastos com massa de forragem mais baixa, enquanto que valores altos a pastos com maior massa de forragem. Para cada espécie forrageira e condições de crescimento existe um IAF que promove um

nível ótimo de crescimento, pois este possibilita máxima interceptação da luz e melhor taxa de fotossíntese.

Dentro do contexto apresentado, fica clara a importância e a necessidade de inserir o conhecimento da morfogênese e das características estruturais às plantas forrageiras como forma de permitir o planejamento e idealização de práticas de manejo eficientes e que assegurem a sustentabilidade e a produtividade de sistemas de produção animal em pastagens (HODGSON e DA SILVA, 2002; DA SILVA, 2004).

## 2.2 ORIGEM, DISTRIBUIÇÃO E UTILIZAÇÃO DO CAPIM-QUICUIO

O capim-quicuiu (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiov.) é originário de terras elevadas da África, ocorrendo na Eritréia, Etiópia, Quênia, Uganda, Congo, Tanzânia e Moçambique (CHIESA, 2007). É uma gramínea perene, de porte rasteiro e de grande capacidade de alastramento através de numerosos rizomas e estolões, que emitem raízes nos nós (ASSEF, 2001). Adapta-se a qualquer tipo de solo, sendo que em solos férteis e clima seco pode atingir até 1,20 m de altura e em solos pobres não passa de 40 a 60 cm (MITIDIÉRI, 1983). Ocorre naturalmente em regiões entre 1.000 a 3.000 metros de altitude no centro e no leste da África e em latitudes de 0 a 35°S, podendo, todavia, naturalizar-se em latitudes entre 25 a 30 °S no nível do mar (FONTANELLI et al., 2009). A planta pode ser estabelecida de forma vegetativa por meio do plantio de mudas (usando, principalmente, os estolões) ou por sementes. O tempo normal para germinação é de 2 a 3 semanas. De acordo com Fontanelli et al. (2009), pode crescer entre 5 e 25°C e é bem adaptado a áreas úmidas, mas a temperatura ótima para crescimento situa-se entre 16 e 21°C (MEARS, 1970). Asséf (2001) destaca que o capim-quicuiu tem digestibilidade muito boa, sendo que a concentração de proteína bruta (PB) é, em média, de 10,8% da matéria seca, mas pode atingir valores de 23 a 25%. Dentre as gramíneas é uma das mais ricas em proteínas (MITIDIÉRI, 1983). Em trabalho conduzido concomitantemente a este estudo, Padilha (2014) observou valores superiores de PB (até 21%) nos pastos onde a frequência de desfolhação foi maior (10 cm), reduzindo conforme as alturas dos pastos (15% nos pastos manejados com 20 e 25 cm). Para os resultados de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) os maiores valores foram registrados nos pastos com 25 cm.

O capim-quicuiu foi trazido para o Brasil em 1924, sendo comparada a alfafa (*Medicago sativa* L.) (ASSEF, 2001). Em alguns anos, a euforia da descoberta foi gradativamente dando lugar ao esquecimento, principalmente porque houve pouco interesse dos órgãos de pesquisas brasileiros em aprofundar os estudos com essa gramínea que se apresentou tão promissora. Na Austrália, as pastagens de quicuiu são muito usadas, principalmente na produção de leite, em Queensland e em New South Wales. Desde sua introdução na Austrália, em 1919, o quicuiu vem sendo estudado e já se conseguiu até cultivares adaptados aos diferentes tipos de solo e climas e com boa produção de sementes que, juntamente com as pesquisas de técnicas de produção e de colheita, tornaram possível a comercialização das sementes por firmas especializadas, que passaram a vender o quicuiu no mercado. No Brasil, por volta de 1980, essas sementes, importadas da Austrália, estavam disponíveis aos pecuaristas (PUPPO, 1985). Entretanto, até o momento, o Brasil não possui produção comercial de sementes (FONTANELLI et al., 2009).

De acordo com Brandes (1985), o capim-quicuiu está presente e vegeta muito bem nas terras férteis do Planalto Catarinense, contudo é muito pouco utilizado pelos produtores. O mesmo autor, estudando o efeito da idade do rebrote sobre a distribuição estacional e qualidade do quicuiu em poteiros normalmente utilizados com bovinos e eqüinos, obteve produções médias anuais de até 15,6 toneladas de matéria seca por hectare para o crescimento de 4 semanas e um nível considerado bom de proteína bruta, que variou de 12,3 a 18,4%. Para Chiesa (2007), esta forrageira apresenta uma alta taxa de crescimento e um sistema radicular bem desenvolvido, com bom valor nutritivo, sendo altamente digestível e tolerante a geadas, a períodos de seca, a solos alagados e a altos níveis de salinidade. Além disso, o feno produzido a partir do quicuiu é macio, aromático, nutritivo e muito apreciado pelos animais (MEARS, 1970). O mesmo autor relata que o capim-quicuiu é uma gramínea indicada para proteger o solo contra a erosão, podendo ser recomendado para revestimento de prados e canais expostos ao pisoteio frequente, sendo considerado uma das melhores espécies para revestimento.

### 2.3 FREQUÊNCIA E SEVERIDADE DE DESFOLHAÇÃO EM LOTAÇÃO CONTÍNUA

Em lotação contínua os animais permanecem no pasto por períodos relativamente longos de tempo aonde se busca manter o dossel

em uma altura de manejo mais ou menos constante (com taxa de lotação variável). A penetração de luz na base do pasto sob lotação contínua estimula a produção de um maior número de jovens e pequenos perfilhos, enquanto que em corte ou lotação intermitente os perfilhos são em menor quantidade, porém mais velhos e com maior tamanho (FRAME e LAIDLAW, 2011). Isto justifica o fato dos pastos sob lotação contínua serem mais densos, ofertando boa cobertura de solo e, conseqüentemente, interceptando luz de forma eficiente (SBRISSIA e SILVA, 2001). Neste método de pastejo os processos de crescimento, desenvolvimento e senescência dos pastos ocorrem mais ou menos de forma concomitante ao longo de todo período de utilização.

Trabalhando com forrageiras de clima temperado sob lotação contínua, Bircham e Hodgson (1983) observaram que a produção líquida de forragem do pasto se mantém relativamente constante dentro de uma amplitude relativamente grande de altura, o que sugere, dentro deste método de pastejo, uma boa flexibilidade na tomada de decisões de como usar o pasto no dia a dia da propriedade. Sendo assim, a altura de manejo de pastos sob lotação contínua irá depender basicamente das metas de desempenho pretendidas, onde se o objetivo for elevado nível de desempenho animal os pastos devem ser manejados mais altos dentro do intervalo ótimo. Por outro lado, para menores níveis de exigência animal, pode-se trabalhar com as alturas mais baixas de manejo dentro do intervalo ótimo.

#### 2.4 FREQUÊNCIA E SEVERIDADE DE DESFOLHAÇÃO EM LOTAÇÃO INTERMITENTE

Em lotação intermitente os animais permanecem nos pastos por períodos relativamente curtos de tempo (até 15 dias), onde existem alvos de manejo “sward target” a serem seguidos. Nesse método de pastejo, ocorrem diferenças consideráveis na fotossíntese líquida e na taxa de crescimento conforme a fase de rebrota (KING et al., 1984). A lotação intermitente admite infinitas combinações entre períodos de pastejo, frequências e intensidades de desfolha, de tal forma que é importante considerar a combinação destes efeitos sobre a capacidade do pasto em rebrotar e produzir forragem com alto valor nutritivo (DA SILVA et al., 2009).

A frequência de desfolhação em pastos manejados sob lotação intermitente é determinada pela frequência segundo a qual os animais são movimentados de um piquete para outro, o que é função do tamanho do piquete, número de piquetes, taxa de acúmulo líquido de forragem e



número de animais. Assim, a duração média do período de descanso pode ser ajustada de forma a minimizar as perdas foliares devido à senescência, desde que a taxa de lotação e a duração do período de pastejo sejam suficientes para remover a máxima proporção da forragem acumulada (NABINGER, 2001).

De acordo com Parsons et al. (1988ab), em pastos manejados sob lotação intermitente existe uma redução abrupta da área foliar após o pastejo, de tal forma que a fotossíntese, logo após a desfolha, pode ser menor que aquela de pastagens mantidas num IAF baixo sob lotação contínua. Em pastos que atingiram um IAF alto, as folhas que permanecem após o pastejo não são adaptadas à alta luminosidade incidente sobre elas, resultante da remoção das folhas superiores que as sombreavam, pois foram formadas em condições de baixa luminosidade e normalmente, também, em temperaturas mais baixas. Folhas formadas sob baixa luminosidade apresentam menor eficiência fotossintética em altas intensidades luminosas e têm baixa capacidade de readaptar-se a níveis mais altos de luminosidade (PRIOUL et al., 1980ab), da mesma forma que a resposta fotossintética à temperatura atinge seu ótimo somente naquelas temperaturas em que a folha foi formada (PARSONS e ROBSON, 1980). Desta forma, o IAF residual tem uma baixa capacidade fotossintética apesar da alta incidência de radiação. Como consequência, o rebrote inicial é lento até que um número suficiente de folhas tenha se expandido e passe a contribuir substancialmente para a fotossíntese do pasto (NABINGER, 1997).

A quantidade de área foliar residual é função da intensidade da desfolha, determinada pela pressão de pastejo imposta ou pela altura de corte (PARSONS et al., 1988). Numa desfolha severa, em que a maior parte do tecido fotossintetizante é removido, a fixação de C pode ser insuficiente para assegurar a manutenção dos tecidos remanescentes e para a síntese de nova área foliar. Nessa condição a produção de novas folhas necessita ser suportada inicialmente pelo aporte de reservas. Uma vez que ocorrem “perdas” de C pela respiração, determinadas pela síntese dos novos tecidos, há uma perda inicial de massa de forragem (balanço de C negativo). Este balanço de C apenas se tornará positivo depois que a área de folhas produzida a partir das reservas seja suficiente para assimilar uma quantidade de carbono que exceda as perdas por respiração e senescência. Como resultado, quanto mais severa for a desfolha maior será a fase de balanço negativo de C pela planta (PARSONS et., 1988; NABINGER, 1997). Os trabalhos de Brougham (1956, 1958) mostraram bem o efeito da intensidade de

desfolha sobre a restauração do IAF e a interceptação de luz. Nesses experimentos, uma pastagem com altura média de 22 cm foi desfolhada a 12,5; 7,5 ou 2,5 cm. Os resultados mostraram que a intensidade do pastejo determinou uma grande redução na quantidade de luz interceptada imediatamente após o corte e que um período de tempo maior foi necessário para a pastagem atingir um IAF capaz de interceptar a maior parte da radiação incidente. No corte a 12,5 cm foram necessários apenas 4 dias para que a pastagem voltasse a interceptar 95% da radiação incidente, enquanto que nos cortes a 7,5 e 2,5 cm foram necessários, respectivamente, 16 e 24 dias.

Em países de clima temperado é frequente o uso de variáveis que identificam condições de pasto (altura, massa, resíduo) quer sejam como guias para manejo ou caracterizações de tratamentos experimentais (GRANT et al., 1988; PARSONS e PENNING, 1988). Isto é de fundamental importância para a definição da intensidade e da eficiência com que a pastagem está sendo colhida. Porém, no caso de lotação intermitente, se não forem levadas em conta a produção e as perdas de tecido durante o período de rebrota, estas variáveis são insuficientes para estimar o consumo de matéria seca pelos animais (PARSONS et al., 1988). Alguns parâmetros ecofisiológicos para se estipular o momento ideal de corte (ou pastejo) em lotação intermitente, tais como, interceptação luminosa de 95% (KORTE et al., 1984) e início do aumento na taxa de senescência foliar (HUNT, 1965) têm sido usados com algum sucesso.

Experimentos recentes com base no controle estrito das condições e/ou estrutura do dossel forrageiro na entrada e saída dos animais dos piquetes (pré e pós-pastejo), têm revelado resultados bastante promissores para a melhoria e refinamento do manejo do pastejo dos capins Mombaça, Tanzânia e Marandu. Bueno (2003) e Carnevalli (2003) avaliaram o capim-mombaça sob pastejo rotativo caracterizado por duas alturas de resíduo (30 e 50 cm) e duas condições de pré-pastejo (95 e 100% de interceptação de luz pelo dossel) em Araras, São Paulo. Os resultados demonstraram a consistência do critério de interrupção do processo de rebrotação aos 95% de interceptação de luz e o efeito benéfico de sua associação com um valor de altura de resíduo mais baixo, condizente com a necessidade da planta em manter uma área foliar remanescente mínima e de qualidade para iniciar seu processo de rebrotação e recuperação para um próximo pastejo. No estudo conduzido por Carnevalli (2003), a maior produção de forragem foi registrada para o tratamento de 30 cm de resíduo e 95%

de interceptação de luz, com redução acentuada em produção quando o período de descanso era mais longo (100% de IL) ou o resíduo mais elevado (50 cm). A redução em produção de forragem foi consequência de processo acelerado de senescência foliar, resultante de maior competição por luz sob aquelas condições, o que também favoreceu maior acúmulo de colmos, resultando em redução na proporção de folhas e aumento na proporção de colmos e material morto na massa de forragem pré-pastejo. As condições de pré-pastejo de 95 e 100% de interceptação de luz apresentaram uma correlação muito alta e consistente com a altura do dossel (horizonte de folhas) independentemente da época do ano e do estágio fisiológico das plantas (vegetativo ou reprodutivo – 90 cm para 95% de IL e 110 cm para 100% de IL), indicando que a altura poderia ser utilizada como critério de campo confiável para o controle e monitoramento do processo de rebrotação e pastejo.

Trabalho análogo ao de Carnevalli (2003) foi realizado por Barbosa et al. (2007) com capim-Tanzânia, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Como condições de pré-pastejo foram utilizados 90, 95 e 100% de interceptação de luz pelo dossel e como condições de pós-pastejo 25 e 50 cm de resíduo. Os resultados apresentaram um padrão bastante interessante de resposta aonde os tratamentos com 90 e 95% de IL não diferiram significativamente no processo de acúmulo de folhas. Isso abre uma oportunidade de reflexão bastante interessante sobre a possibilidade de existir uma amplitude de altura de manejo em lotação intermitente onde a altura em que o pasto intercepta 95% da radiação incidente possa ser considerada a altura máxima de pastejo. Já para a condição de 100% de interceptação de luz a menor produção foi resultado da ocorrência exacerbada do processo de senescência e morte de tecidos. Além de resultar em menor produção de forragem com menor proporção de folhas e maior proporção de colmos e material morto, pastejos menos frequentes, caracterizados pela condição de 100% de interceptação luminosa, resultaram em elevação da meta de resíduo de 25 cm (até 40 cm), consequência do acúmulo excessivo de colmos. Assim como para o capim-Mombaça, os intervalos entre pastejos variaram com os tratamentos e épocas do ano (24 a 150 dias), com os maiores valores registrados para os tratamentos de 100% de interceptação de luz durante os meses de outono e inverno. As condições pré-pastejo de 90, 95 e 100% de interceptação de luz apresentaram, também, uma correlação muito alta e consistente com a altura do dossel (horizonte de folhas) independentemente da época do ano e do estágio

fisiológico das plantas (vegetativo ou reprodutivo – 60 cm para 90%, 70 cm para 95% e 85 cm para 100%), mais uma vez indicando e ratificando o fato de que a altura poderia ser utilizada como critério de campo confiável para o controle e monitoramento do processo de rebrotação e pastejo. Resultados mais recentes com capim-Marandu submetidos a estratégias de lotação intermitente (TRINDADE et al., 2007) mostraram, novamente, que o momento ideal da interrupção da rebrota desse capim esteve sistematicamente associado ao ponto em que o dossel interceptava 95% da luz incidente, e que este correspondeu a uma altura aproximada em pré-pastejo de 25 cm associada à uma altura de resíduo de 15 cm, sugerindo que o manejo do pastejo desse cultivar deva ser realizado segundo uma frequência e uma intensidade maior de pastejo que normalmente utilizado. Estes resultados nos mostram que condições de baixas frequências de pastejo (100% de IL), não se justificam, em função da mudança que ocorre na composição morfológica, estrutural e química do dossel forrageiro, além do desperdício de tempo necessário para o próximo pastejo e menor produção de matéria seca (MS) de lâminas foliares por hectare. Além disso, nos indicam que utilizando a altura (correlacionada com IL) como critério de manejo, pode existir um ponto abaixo de 95% de IL que flexibilize o manejo da planta forrageira também em pastejo intermitente, desde que usadas severidades de desfolha de 50%.

### 3 HIPÓTESE

- Existem alturas inferiores ao ponto correspondente a 95% de IL, associadas a desfolhações de 50% da altura inicial, que não prejudicam os processos ontogênicos das plantas bem como suas taxas de acúmulo líquido de folhas, flexibilizando o manejo do pastejo também em pastos sob lotação intermitente.

#### 3.1 OBJETIVOS

1. Avaliar as características morfogênicas e estruturais (caracterizados pelos processos de crescimento e senescência de tecidos) em pastos de capim-quicuío (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex. Chiov.) de forma a assegurar o uso adequado dessa planta forrageira;
2. Avaliar e determinar a interceptação de luz durante duas estações de crescimento em pastos de capim-quicuío correlacionando com alturas em pré-pastejo e mesma proporção de desfolhação;
3. Analisar e descrever padrões de respostas dos pastos de capim-quicuío conforme a estação climática e com isso, permitir desenvolver estratégias de manejo do pastejo que possibilitem o melhor aproveitamento da forragem disponível.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 LOCALIZAÇÃO, PERÍODO E ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado em duas estações de crescimento dos pastos (verão e outono), durante o período de novembro de 2011 a junho de 2012 e de dezembro de 2012 a maio de 2013. As avaliações ocorreram de janeiro a junho de 2012 e de janeiro a maio de 2013. O estudo foi conduzido no setor de Bovinocultura de Leite do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) pertencente a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) localizado na cidade de Lages, Santa Catarina. A área está localizada a 917 m de altitude, com coordenadas geográficas de 27°47'10,51" de latitude sul e 50°18'20,52" de longitude oeste. A área total utilizada na execução do experimento compreendeu 1,79 ha, com pastagem de capim-quicuiu (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex. Chiov.) implantada há 10 anos.

### 4.2 CARACTERÍSTICAS DO SOLO E CLIMA

#### 4.2.1 Solo

O relevo da área é considerado suave a moderadamente ondulado e o solo classificado como Cambissolo Húmico Alumínico Léptico (EMBRAPA, 2006). As características químicas antes do início do período experimental estão demonstradas na Tabela 1, conforme laudo expedido pelo Laboratório de Análise de Solos (LAS) do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV).

Tabela 1 - Análise química de solo da área experimental.

	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	CTC	H+Al	V
	H <sub>2</sub> O	%	mg/dm <sup>3</sup>				cmolc/dm <sup>3</sup>			%
B I	6,0	3,6	36,0	330	8,21	1,66	0	10,71	2,20	82,99
B II	5,7	3,5	30,0	148	7,09	3,24	0	10,71	4,40	70,87
B III	5,9	4,3	43,6	121	7,26	3,66	0	11,23	3,50	76,24

\*Extrator Mehlich

Com base no resultado da análise de solo na camada de 0 - 20 cm não foi realizado nenhum tipo de correção química ao longo de todo o período experimental.

#### 4.2.2 Clima

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é o Cfb, subtropical constantemente úmido, sem estação seca e verão fresco, com temperaturas médias em torno de 9,2 a 10,8 °C nos meses mais frios e 19,4 a 22,3 °C nos meses mais quentes (BRAGA e GHELLRE, 1999). Dall'agnol et al. (2004) mencionaram a ocorrência de geadas frequentes e precipitação pluviométrica média anual em torno de 1500 mm.

Os dados climáticos referentes ao período experimental foram coletados na estação meteorológica da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural (EPAGRI/CIRAM) em Lages, Santa Catarina. As médias mensais do período experimental de precipitação e temperaturas médias (°C) estão apresentadas na Tabela 2 para o primeiro ano de avaliações e na Tabela 3 para o segundo ano de avaliações.

Tabela 2 - Médias mensais do período experimental (outubro de 2011 a julho de 2012) e média histórica dos últimos 85 anos de Precipitação Média (mm/mês) e Temperaturas (°C) máximas, médias e mínimas.

Mês do Ano	Precipitação (mm/mês)	Temperaturas médias mensais (°C)		
		Mínima	Média	Máxima
Outubro (2011)	177,8	12,2	16,7	22,9
Média dos últimos 85 anos	172,9	-	15,6	-
Novembro (2011)	72,0	12,3	17,3	24,0
Média dos últimos 85 anos	122,0	-	17,4	-
Dezembro (2011)	142,4	13,7	18,7	25,1
Média dos últimos 85 anos	131,1	-	19,3	-
Janeiro (2012)	200,2	15,50	20,2	26,8
Média dos últimos 85 anos	158,1	-	20,4	-
Fevereiro (2012)	195,5	17,44	21,9	28,4
Média dos últimos 85 anos	146,9	-	20,2	-
Março (2012)	56,1	14,16	19,3	27,2
Média dos últimos 85 anos	117,0	-	19,1	-
Abril (2012)	84,6	12,15	16,4	23,0
Média dos últimos 85 anos	103,3	-	16,3	-
Maió (2012)	28,9	9,16	13,3	19,2
Média dos últimos 85 anos	107,4	-	13,2	-
Junho (2012)	148,9	7,64	11,6	17,0
Média dos últimos 85 anos	107,1	-	11,4	-
Julho (2012)	154,4	6,19	10,3	15,7
Média dos últimos 85 anos	114,7	-	11,0	-

Fonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI.



Tabela 3 - Médias mensais do período experimental (outubro de 2012 a julho de 2013) e média histórica dos últimos 85 anos de Precipitação Média (mm/mês) e Temperaturas (°C) máximas, médias.

Mês do Ano	Precipitação (mm/mês)	Temperaturas mensais (°C)		
		Mínima	Média	Máxima
Outubro (2012)	161,5	12,5	16,6	21,7
Média dos últimos 85 anos	172,9	-	15,6	-
Novembro (2012)	19,1	13,3	18,5	25,2
Média dos últimos 85 anos	122,0	-	17,4	-
Dezembro (2012)	203,5	16,7	21,4	27,4
Média dos últimos 85 anos	131,1	-	19,3	-
Janeiro (2013)	195,4	13,9	18,9	25,0
Média dos últimos 85 anos	158,1	-	20,4	-
Fevereiro (2013)	214,7	15,5	19,5	24,6
Média dos últimos 85 anos	146,9	-	20,2	-
Março (2013)	179,2	13,4	17,4	22,7
Média dos últimos 85 anos	117,0	-	19,1	-
Abril (2013)	62,3	10,5	15,3	21,5
Média dos últimos 85 anos	103,3	-	16,3	-
Mai (2013)	86,3	8,3	12,9	18,9
Média dos últimos 85 anos	107,4	-	13,2	-
Junho (2013)	199,3	7,9	12,0	17,3
Média dos últimos 85 anos	107,1	-	11,4	-
Julho (2013)	77,0	5,3	10,4	17,0
Média dos últimos 85 anos	114,7	-	11,0	-

Fonte: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI.

#### 4.3 PREPARO DA ÁREA EXPERIMENTAL

Em função da preparação do experimento, na segunda quinzena de novembro de 2011, todos os pastos de capim-quicuío da área experimental foram roçados a uma altura média de 7 cm. O mesmo

procedimento foi adotado no ano seguinte, no início do mês de dezembro de 2012. Vale ressaltar que não foi realizado qualquer tipo de semeadura ou plantio de mudas, visto que os pastos de capim-quicuí já estavam implantados na área há cerca de 10 anos e, desde então, eram usados para pastejo por bovinos. Após a uniformização dos pastos, a área foi medida e demarcada com auxílio de equipamento topográfico (estação total). Os tratamentos (alturas de pastejo) foram alocados nas unidades experimentais (piquetes) por sorteio e, a partir de então, iniciou-se o monitoramento das alturas. A sequência dos tratamentos nos blocos foi a mesma para os dois anos de experimento.

Antes do início efetivo do experimento foram realizados testes associando alturas do dossel com intercepções luminosas (IL) e verificou-se que os pastos interceptavam 95% da luz incidente quando atingiam alturas médias de 25 cm. A partir desta altura e da intercepção de 95% da radiação incidente foram definidos os demais tratamentos (10, 15 e 20 cm).

As avaliações no primeiro ano de estudo foram iniciadas na primeira quinzena de janeiro de 2012, quando os pastos passaram a atingir a meta de altura desejada, e se estenderam até a primeira quinzena de junho de 2012, permitindo, dessa forma, as medições em duas épocas distintas (verão e outono). Para o segundo ano, as avaliações tiveram início na primeira quinzena de janeiro de 2013 e se estenderam até a primeira quinzena de maio do mesmo ano, sendo interrompidas as avaliações com um mês de antecedência em relação ao ano anterior devido às fortes geadas que ocorreram em maio de 2013. As medições também permitiram avaliações em duas épocas distintas (verão e outono).

#### 4.4 ADUBAÇÃO NITROGENADA

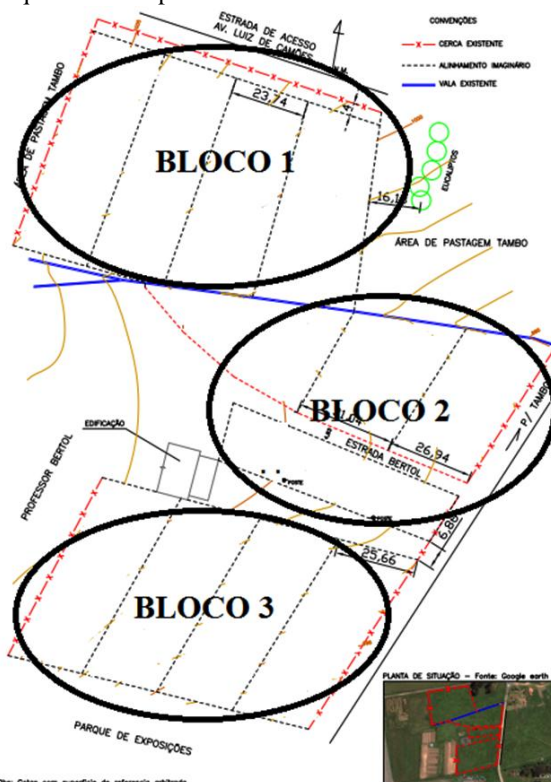
A adubação nitrogenada foi realizada para promover o crescimento dos pastos e garantir que um maior fluxo dos processos de crescimento e senescência fossem avaliados. Sendo assim, foram usadas recomendações do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004). Em cada ano experimental foram adubados em cobertura 140 kg de  $N.ha^{-1}$ , fracionado em três aplicações. A primeira aplicação ocorreu em 09/11/2011 na forma de ureia (40 kg de  $N.ha^{-1}$ ), a segunda e a terceira realizadas nos dias 06/01/2012 e 09/02/12, respectivamente, na forma de nitrato de amônio (50 kg de  $N.ha^{-1}$ ). Para o segundo ano experimental a primeira aplicação foi realizada no dia 12/12/2012 na forma de ureia (40 kg de  $N.ha^{-1}$ ). A

segunda e a terceira nos dias 13/02/2013 e 08/03/2013, respectivamente, na forma de nitrato de amônio (50 kg de N.ha<sup>-1</sup>).

#### 4.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados com 4 tratamentos e três repetições, totalizando 12 unidades experimentais (Figura 3). Os tratamentos foram definidos por 4 alturas em pré-pastejo (10, 15, 20 e 25 cm). Como critério de saída dos animais foi utilizada severidade de desfolhação de 50% da altura inicial em todos os tratamentos, ou seja, os animais iniciavam o pastejo quando os pastos atingiam as alturas desejadas (10, 15, 20 e 25 cm) e encerravam quando metade da altura inicial era atingida (5, 7,5, 10 e 12,5 cm).

Figura 3 – Croqui da área experimental.



Obs: Cotas com superfície de referência arbitrária

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

#### 4.6 MONITORAMENTO DA INTERCEPTAÇÃO DE LUZ E DAS ALTURAS DE PASTEJO

O monitoramento da interceptação de luz foi realizada a cada 3 dias durante o período de descanso, em pré-pastejo e durante o rebaixamento dos pastos (todos os dias). O equipamento utilizado foi o aparelho analisador de dossel marca ACCUPAR modelo LP 80 (Decagon Devices). Em cada unidade experimental foram tomadas leituras em 10 pontos aleatórios e representativos da condição média dos pastos no momento da amostragem, sendo duas leituras acima do dossel e 8 no nível do solo por local de amostragem. Este critério, usado até o fim do período experimental permitiu a utilização de forma consistente dos dados obtidos.

A altura do dossel foi determinada com a mesma frequência das avaliações de IL. A cada procedimento de avaliação foram tomadas 60 leituras por unidade experimental (piquetes) utilizando-se um bastão medidor (“*sward stick*”) (BARTHAM, 1985) ao longo de 6 linhas transectas (10 pontos por transecta) em formato de zigzague.

#### 4.7 AGENTES DESFOLHADORES

No primeiro ano de experimento (2012) foram utilizadas como agentes desfolhadores novilhas da raça Holandês pertencentes ao Departamento de Produção Animal e Alimentos do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV). Estas permaneciam nos piquetes durante toda a fase de rebaixamento e eram pesadas a cada 15 dias. Seus pesos eram registrados para compor o cálculo de carga animal e taxa de lotação necessária para rebaixar os pastos em períodos não superiores a 8 dias (para os pastos manejados com 10 e 15 cm) e 5 dias (para os pastos manejados com 20 e 25 cm de altura). No segundo ano de estudos (2013), além das novilhas, foram utilizadas vacas em estágio de lactação para rebaixar os pastos. Estas eram retiradas das unidades experimentais (piquetes) para o processo de ordenha (duas vezes ao dia) e recebiam alimentação concentrada a base de milho e farelo de soja (duas vezes ao dia, após a ordenha) no cocho.

#### 4.8 MONITORAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS

As avaliações morfogênicas foram realizadas a cada 3 dias no verão e a cada 4 dias no outono. Para isso foram escolhidos 3 pontos representativos da condição média do pasto em cada unidade

experimental com o auxílio de barras de metal de 1 m de comprimento graduadas a cada 10 cm. Nesses locais foram marcados 10 perfilhos por barra (Figura 7), os quais foram identificados e numerados por meio de fita adesiva. Nestes perfilhos as folhas foram numeradas e classificadas como intactas ou desfolhadas e como folhas em expansão (sem lígula visível), folhas maduras (lígula visível) e folhas senescentes (quando apresentavam alguma porção da lâmina foliar iniciando o processo de senescência) (Figura 7). Folhas em que mais de 80% do comprimento da lâmina foliar estivessem comprometidos pela senescência foram consideradas mortas. Para folhas em expansão, o referencial da medida foi a lígula da última folha expandida (DURU e DUCROCQ, 2000b). Para folhas em senescência foi considerado o comprimento da lâmina foliar a partir da lígula até o ponto onde o processo de senescência tinha avançado. O comprimento do colmo + pseudocolmo foi medido como sendo a distância entre o nível do solo até a lígula da última folha expandida.

Figura 4 –À esquerda, pontos representativos da condição média dos pastos em uma unidade experimental utilizando barras de metal de 1 m de comprimento graduadas a cada 10 cm para escolha e demarcação de perfilhos; À direita, detalhe de um perfilho selecionado para avaliações morfogênicas contendo folhas maduras intactas e desfolhadas e folhas em expansão.



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

#### 4.9 MONITORAMENTO DA DENSIDADE POPULACIONAL DE PERFILHOS (DPP) E DETERMINAÇÃO DO ACÚMULO DE FORRAGEM

A densidade populacional de perfilhos (DPP) foi determinada por meio da contagem do total de perfilhos existentes no interior de 3 armações de plástico (tubos de PVC cortados) com 17,67 cm de diâmetro, posicionados em pontos representativos da condição média dos pastos no momento da avaliação. Essas contagens foram

sistematicamente realizadas no pré e pós pastejo de cada piquete ao longo de todo o período experimental.

O acúmulo de forragem foi determinado pela diferença de crescimento dos pastos que compreendeu o pós-pastejo anterior e o pré-pastejo seguinte durante os dois anos de estudos. Para isso, antes e após os pastejos foram escolhidos 3 pontos representativos da condição média dos pastos no momento da avaliação, com o auxílio de uma armação de ferro quadrada com  $0,0625 \text{ m}^2$  de área. Nesses locais os perfilhos foram cortados no nível do solo e levados para estufas de circulação forçada de ar a  $65 \text{ }^\circ\text{C}$  durante 48 horas quando então, eram pesados para determinação da matéria seca (MS).

#### 4.10 PROCESSAMENTO DOS DADOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os resultados foram agrupados de acordo com épocas do ano (verão e outono). Essa medida foi necessária em função da variabilidade do intervalo entre desfolhações e datas dos pastejos de cada unidade experimental, provocada pela natureza dos tratamentos experimentais estudados (pastejos iniciados em 4 diferentes alturas). Foram calculadas médias por pastejo em cada época do ano (verão e outono de 2012 e 2013) para as variáveis morfogênicas (Filocrono, Taxas de Alongamento de Folhas e Colmos, Taxa de Senescência Foliar e Duração de Vida das Folhas) e estruturais (Densidade Populacional de perfilhos, Número de folhas vivas por perfilho e Comprimento Médio de folhas e Colmos + pseudocolmos).

Os dados assim arranjados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) por meio do procedimento *MIXED* (modelos mistos) do pacote estatístico SAS® (*Statistical Analysis System*) versão 8.02 para Windows®. A opção pelo uso do procedimento *MIXED* foi devido à natureza de medidas repetidas dos dados (coletados sequencialmente no tempo), uma vez que tal procedimento permitiu maior flexibilidade no sentido de modelar as estruturas de covariância. Dessa forma, foi possível detectar os efeitos das causas de variação principais (tratamentos e época do ano, bem como a interação entre elas). A comparação de médias foi realizada por meio do procedimento "pdiff" do mesmo programa computacional (SAS®), adotando-se o nível de significância de 5%. Relações funcionais entre alturas do pasto e as taxas de acúmulo de folhas, de senescência foliar e acúmulo líquido de folhas foram descritas por meio de recursos de regressões não lineares do software de gráficos SigmaPlot® versão 11.0 para Windows®.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 CONDIÇÕES DO DOSSEL FORRAGEIRO

Em função da natureza dos tratamentos, variáveis como número de pastejos realizados durante o período experimental, intervalo médio entre pastejos e interceptação de luz foram mensurados como variáveis respostas. As alturas em pré e pós-pastejo foram alcançadas sem maiores problemas durante os dois anos experimentais.

O número de ciclos de pastejo variou em função das alturas do pasto avaliadas ( $p < 0,05$ ; Tabela 4). Durante os dois anos de avaliações (2012 e 2013) foi observado um maior número de pastejos nos pastos manejados com 10 cm. Foram obtidos, em 2012, 5 pastejos (pastos com 10 cm) e 3 para aqueles manejados com 20 e 25 cm de altura. Já em 2013 foram obtidos 4 pastejos (pastos com 10 cm) e 3 para aqueles manejados com 20 e 25 cm de altura (Tabela 4).

O intervalo médio de pastejo também variou em função das alturas do pasto avaliadas ( $p < 0,05$ ). Durante 2012 e 2013 foram observados maiores intervalos médios de pastejo nos pastos manejados com 25 cm. Foram necessários em 2012 quase 29 dias a mais de descanso para que pastos manejados mais altos recuperassem a altura necessária de condição de início de pastejo (Tabela 4). Já em 2013 foram necessários quase 15 dias a mais de descanso para que pastos manejados mais altos recuperassem a altura necessária de condição de início de pastejo (Tabela 4).

A interceptação de luz (IL) no pré e pós-pastejo foi relativamente constante ao longo de todo o período experimental. Houve efeito apenas de tratamento ( $p < 0,05$ ) para a IL nos dois anos de estudos. Em ambos os anos foram observados maiores interceptações de luz (em torno de 95%) no pré-pastejo dos pastos manejados com 25 cm de altura. Pastos manejado com 10 cm de altura apresentaram menores valores de interceptação luminosa (Tabela 4).

Tabela 4– Alturas em pré e pós-pastejo (cm), número de pastejo, intervalo médio de pastejo (dias) e interceptação luminosa(%) no pré e pós-pastejo em capim-quicuiu submetidos a estratégias de pastejo sob lotação intermitente durante 2012 e 2013.

Variáveis	2012				
	Tratamentos				
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	EPM
Altura pré-pastejo (cm)	10,2	15,4	20,4	25,3	-
Altura pós-pastejo (cm)	5,2	7,5	10,1	12,7	-
Número de pastejos	5,7A	4,3B	3,0C	3,0C	0,19
Intervalo entre pastejos (dias)	33,5D	41,6C	53,5B	62,0A	2,08
IL pré-pastejo (%)	51 D	75 C	91 B	96 A	8
IL pós-pastejo (%)	31 D	49 C	65 B	71 A	12
Variáveis	2013				
	Tratamentos				
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	EPM
Altura pré-pastejo (cm)	10,2	15,3	20,0	25,0	-
Altura pós-pastejo (cm)	5,1	7,5	10,1	12,4	-
Número de pastejos	4,0A	3,7A	3,0B	3,0B	0,14
Intervalo entre pastejos (dias)	30,6C	33,2C	39,9B	44,0A	1,09
IL pré-pastejo (%)	52 C	71 B	90 A	95 A	15
IL pós-pastejo (%)	24 C	41 B	48 AB	52 A	19

EPM = Erro padrão da média.

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

## 5.2 CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS DOS PASTOS DE CAPIM-QUICUIUO

### 5.2.1 Filocrono ( $\text{graus.dia}^{-1}$ ), duração de vida das folhas ( $\text{graus.dia}^{-1}$ ), taxas de alongamento e senescência foliar ( $\text{cm.perfilho.dia}^{-1}$ )

O filocrono em 2012 foi influenciado apenas pela época do ano ( $p < 0,05$ ), sendo no outono registrados os maiores valores ( $80,5 \text{ graus.dia}^{-1}$ ) em relação ao verão ( $40,3 \text{ graus.dia}^{-1}$ ). Para o segundo ano experimental (2013), houve interação entre tratamento x época do ano (Tabela 5). De maneira geral, o filocrono aumentou do verão para o outono nos pastos manejados com 15 e 25 cm de altura. O mesmo comportamento não foi verificado nos pastos manejados com 10 cm, onde o filocrono diminuiu do verão para o outono. Durante o verão de 2013, o filocrono não diferiu entre as 4 alturas de pastos estudadas. Já para o outono, os maiores valores foram registrados nos pastos



manejados com 15 e 25 cm de altura e os menores nos pastos manejados com 10 e 20 cm de altura (Tabela 5).

Assim como o filocrono, a duração de vida das folhas (DVF) em 2012 sofreu efeito apenas da época do ano ( $p < 0,05$ ), sendo no verão encontrado os menores valores (60,2% da DVF alcançada no outono do mesmo ano) (Tabela 5). Em 2013, a DVF sofreu efeito da interação tratamento x época do ano ( $p < 0,05$ ). De forma geral, houve aumento da DVF do verão para o outono nos pastos manejados com 10, 15 e 25 cm de altura. Durante o verão de 2013 não foram encontradas diferenças significativas na DVF entre as 4 alturas de pasto testadas. Já no outono não foram observadas diferenças na DVF nos pastos manejados com 10, 15 e 20 cm, sendo os maiores valores encontrados nos pastos manejados com 25 cm de altura (Tabela 5).

Durante os dois anos de avaliações (2012 e 2013) com capim-quicuí foi constatado efeito de interação tratamento x época do ano ( $p < 0,05$ ) para as taxas de alongamento de folhas (TAIF). De maneira geral, em 2012, houve redução da TAIF do verão para o outono em todas as 4 alturas do pasto testadas. As TAIF no verão apresentaram um crescente aumento conforme as alturas dos pastos, sendo que os pastos manejados com 10 cm de altura apresentaram os menores valores e apenas 55,9% da TAIF alcançada nos pastos manejados com 25 cm (maiores valores). Por sua vez, pastos manejados com 15 e 20 cm apresentaram 85,5 e 87,8%, respectivamente, da TAIF alcançada nos pastos manejados com 25 cm (Tabela 5). No outono de 2012 foram observados padrões de respostas distintos em relação ao verão do mesmo ano, não sendo encontradas diferenças na TAIF nos pastos manejados com 10, 20 e 25 cm de altura (0,64, 0,64 e 0,77 cm.perfilho.dia<sup>-1</sup>, respectivamente) (Tabela 5). Em 2013 foi constatado comportamento inverso da TAIF em relação a 2012, ou seja, a TAIF aumentou do verão para o outono nos pastos manejados com 10, 15 e 20 cm e, apesar de não serem encontradas diferenças significativas, houve uma tendência de aumento também da TAIF do verão para o outono nos pastos manejados com 25 cm de altura (Tabela 5). No verão de 2013 foi observado o mesmo comportamento do verão de 2012, ou seja, houve um crescente aumento da TAIF conforme as alturas dos pastos, sendo que os pastos manejados com 10 cm (menores valores) corresponderam com 31,2% da TAIF alcançada nos pastos manejados com 25 cm (maiores valores). Por sua vez, pastos manejados com 15 e 20 apresentaram 46,3 e 69,5%, respectivamente, da TAIF alcançada nos pastos manejados com 25 cm de altura (Tabela 5). No outono de 2013

não foram encontradas diferenças na TAlF nos pastos manejados com 20 e 25 cm de altura (1,34 e 1,28 cm.perfilho<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, respectivamente). As menores TAlF foram observadas nos pastos manejados com 15 cm de altura (Tabela 5).

Para a taxa de senescência foliar (TSeF), durante os dois anos experimentais (2012 e 2013), foi observado efeito de interação tratamento x época do ano ( $p < 0,05$ ). De maneira geral, em 2012, houve redução da TSeF do verão para o outono apenas nos pastos manejados com 20 cm de altura, sendo mantidas constantes as TSeF nos pastos manejados com 10, 15 e 25 cm de altura (Tabela 5). As maiores TSeF no verão de 2012 foram observadas nos pastos manejados com 20 e 25 cm e as menores nos pastos manejados com 10 e 15 cm. Durante o outono do mesmo ano, a maior TSeF foi observada nos pastos manejados com 25 cm e as menores nos pastos manejados com 10 e 15 cm de altura (Tabela 5). Em 2013 houve aumento da TSeF do verão para o outono nos pastos manejados com 20 cm e redução nos pastos manejados com 25 cm, sendo mantidas constantes as TSeF nos pastos manejados com 10 e 15 cm de altura (Tabela 5). No verão de 2013, as maiores TSeF foram encontradas nos pastos manejados com 25 cm de altura e as menores nos pastos manejados com 10 e 15 cm. Durante o outono do mesmo ano, foram observadas maiores TSeF nos pastos manejados com 20 cm (0,67 cm.perfilho<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>) e menores nos pastos manejados com 10 e 15 cm (0,33 e 0,29 cm.perfilho<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, respectivamente) (Tabela 5).

Tabela 5 - Filocrono ( $\text{graus.dia}^{-1}$ ), duração de vida das folhas ( $\text{graus.dia}^{-1}$ ), taxas de alongamento e senescência foliar ( $\text{cm.perfilho}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ) em pastos de capim-quicuiu submetidos a estratégias de pastejo sob lotação intermitente durante o verão e outono de 2012 e 2013.

Época do ano	Filocrono ( $\text{graus.dia}^{-1}$ )				
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	Média
Verão (2012)	38,6	47,8	39,9	35,4	40,3 B
Outono (2012)	78,2	85,7	78,9	79,1	80,5 A
Média	-	-	-	-	-
					EPM
Verão (2013)	64,2aA	57,8 bA	60,2 aA	58,1 bA	3,02
Outono (2013)	54,9 bB	73,4 aA	59,3 aB	70,0 aA	3,02
Época do ano	Duração de vida das folhas ( $\text{graus.dia}^{-1}$ )				
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	Média
Verão (2012)	285,8	367,3	368,3	340,8	340,6 B
Outono (2012)	514,2	609,2	572,5	567,5	565,9 A
Média	-	-	-	-	-
					EPM
Verão (2013)	361,8 bA	363,5 bA	389,8 aA	416,7 bA	20,30
Outono (2013)	441,4 aB	438,7 aB	434,3 aB	517,4 aA	20,30
Época do ano	Taxa de alongamento foliar ( $\text{cm.perfilho}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ )				
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	EPM
Verão (2012)	1,19 aC	1,82 aB	1,87 aB	2,13 aA	0,076
Outono (2012)	0,64 bAB	0,58 bB	0,64 bAB	0,77 bA	0,076
Média	-	-	-	-	-
					EPM
Verão (2013)	0,39 bD	0,59 bC	0,88 bB	1,26 aA	0,038
Outono (2013)	1,16 aB	1,01 aC	1,34 aA	1,28 aA	0,038
Média	-	-	-	-	-
Época do ano	Taxa de senescência foliar ( $\text{cm.perfilho}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ )				
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	EPM
Verão (2012)	0,25 aB	0,22 aB	0,59 aA	0,66 aA	0,036
Outono (2012)	0,23 aC	0,32 aBC	0,42 bB	0,56 aA	0,036
Média	-	-	-	-	-
					EPM
Verão (2013)	0,35 aC	0,38 aC	0,50 bB	0,72 aA	0,029
Outono (2013)	0,33 aC	0,29 aC	0,67 aA	0,44 bB	0,029
Média	-	-	-	-	-

EPM = Erro padrão da média.

Médias na mesma coluna seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Médias na mesma linha seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

### 5.2.2 Taxa de alongamento de colmos (cm.perfilho<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>)

Para a taxa de alongamento de colmos (TAIC), em 2012, foi observado efeito apenas da época do ano ( $p < 0,05$ ), sendo no outono encontrado os menores valores (40,1% da TAIC obtida em relação ao verão) (Tabela 6). No segundo ano experimental, a TAIC foi influenciada pela interação entre tratamento x época do ano ( $p < 0,05$ ). No geral, pastos manejados com 10 e 20 cm de altura apresentaram aumento na TAIC do verão para o outono, enquanto que mantiveram-se constantes as TAIC no pastos manejados com 15 e 25 cm. No verão de 2013, não houve diferenças nas TAIC nos pastos manejados com 10, 15 e 20 cm de altura, sendo os maiores valores observados nos pastos manejados com 25 cm. Durante o outono de 2013 não foram observadas diferenças nas TAIC nos pastos manejados com 10, 20 e 25 cm de altura, sendo os menores valores observados nos pastos manejados com 15 cm (Tabela 6).

Tabela 6 - Taxa de alongamento de colmos (cm.perfilho<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>) em pastos de capim-quicuiu submetidos a estratégias de pastejo sob lotação intermitente durante o verão e outono de 2012 e 2013.

Época do ano (2012)	Taxa de alongamento de colmos (cm.perfilho <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )				
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	Média
Verão	0,070	0,095	0,122	0,130	0,104 A
Outono	0,035	0,049	0,030	0,045	0,041 B
Média	-	-	-	-	-
Época do ano (2013)	Taxa de alongamento de colmos (cm.perfilho <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )				
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	EPM
Verão	0,044 bB	0,047 aB	0,051 bB	0,083 aA	0,007
Outono	0,089 aA	0,044 aB	0,081 aA	0,070 aA	0,007

EPM = Erro padrão da média.

Médias na mesma coluna seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Médias na mesma linha seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

## 5.3 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DOS PASTOS DE CAPIM-QUICUIO

### 5.3.1 Número de folhas vivas (NFV), densidade populacional de perfilhos (DPP), comprimento médio de folhas (CMF) e comprimento médio de colmos + pseudocolmos

Durante os dois anos experimentais (2012 e 2013), o número de folhas vivas por perfilho (NFV) foi constatado efeito da interação

tratamento x época do ano ( $p < 0,05$ ). Em 2012, de maneira geral, houve redução do NFV do verão para o outono no pastos manejados com 10, 20 e 25 cm de altura mantendo-se constante nos pastos manejados com 15 cm (Tabela 7). O maior NFV no verão foi observado nos pastos manejados com 20 e 25 cm de altura e o menor nos pastos manejados com 10 e 15 cm. Já no outono do mesmo ano não foram observados diferenças no NFV das 4 alturas de pasto testadas (Tabela 7). Comportamento inverso ao de 2012 foi obtido em 2013, quando o NFV aumentou do verão para o outono nos pastos manejados com 10, 20 e 25 cm de altura, mantendo-se constante nos pastos manejados com 15 cm. Durante o verão de 2013, o maior NFV foi observado nos pastos manejados com 20 e 25 cm e o menor nos pastos manejados com 10 e 15 cm de altura. No outono do mesmo ano, o maior NFV foi encontrado nos pastos manejados com 10 e 25 cm (8,0 e 8,2, respectivamente) e o menor nos pastos manejados com 15 cm de altura (6,0) (Tabela 7).

Durante o ano de 2012, para a densidade populacional de perfilhos (DPP), houve efeito apenas de tratamento ( $p < 0,05$ ). Os maiores valores de DPP foram encontradas nos pastos manejados com 10 e 15 cm (média de 6.039 e 6.529 perfilhos.m<sup>2</sup>, respectivamente) e os menores nos pastos manejados com 20 e 25 cm (média de 5.622 e 5.218 perfilhos.m<sup>2</sup>, respectivamente) (Tabela 7). No segundo ano experimental (2013), foi observado efeito da interação entre tratamento x época do ano ( $p < 0,05$ ) para a DPP. De maneira geral, pastos manejados com 15, 20 e 25 cm de altura não apresentaram variação na DPP do verão para o outono. No verão de 2013 a maior DPP foi observada nos pastos manejados com 10 cm e as menores nos pastos manejados com 20 e 25 cm de altura. No outono do mesmo ano não foram encontradas diferenças na DPP entre as 4 alturas de pasto testadas (Tabela 7).

Para o CMF, em 2012, foi constatado efeito da interação tratamento x época do ano ( $p < 0,05$ ). De forma geral, houve redução do CMF do verão para o outono nos pastos manejados com 15 e 25 cm, enquanto que mantiveram-se constantes o CMF dos pastos manejados com 10 e 20 cm. No verão foi observado maior CMF nos pastos manejados com 25 cm de altura e menores valores nos pastos manejados com 10 cm. Já no outono do mesmo ano os maiores valores foram encontrados nos pastos manejados com 20 e 25 cm e os menores nos pastos manejados com 10 e 15 cm de altura (Tabela 7). No segundo ano de experimento (2013), foi encontrado efeito de tratamento ( $p < 0,05$ ) e época do ano ( $p < 0,05$ ) para o CMF. Os maiores valores foram registrados nos pastos manejados com 20 e 25 cm (6,6 e 7,2 cm,

respectivamente) e os menores nos pastos manejados com 10 e 15 cm de altura (4,4 e 5,5 cm, respectivamente). No outono de 2013 foi observado maior CMF (7,4 cm) em relação ao verão do mesmo ano (4,5 cm) (Tabela 7).

Durante as duas épocas avaliadas (verão e outono) de 2012 e 2013, foi constatado apenas efeito de tratamento ( $p < 0,05$ ) para o comprimento médio de colmos + pseudocolmos (CMC). Em 2012, os maiores valores foram observados nos pastos manejados com 25 cm (13,4 cm) e os menores nos pastos manejados com 10 cm (5,5 cm). Já em 2013, o mesmo padrão de resposta foi observado, ou seja, maior CMC foi observado nos pastos manejados com 25 cm (13,7 cm) e menor nos pastos manejados com 10 cm (5,8 cm) (Tabela 7).

Tabela 7 - Número de folhas vivas (NFV), densidade populacional de perfilhos (DPP), comprimento médio de folhas (CMF) e comprimento médio colmos + pseudocolmos (CMC) em pastos de capim-quicuiu submetidos a estratégias de pastejo sob lotação intermitente durante o verão e outono de 2012 e 2013.

Época do ano	Número de folhas vivas por perfilho (NFV)				
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	EPM
Verão (2012)	7,5 aB	7,6 aB	9,3aA	9,6 aA	0,254
Outono (2012)	6,6 bA	7,1 aA	7,2 bA	7,2 bA	0,254
Média	-	-	-	-	-
					EPM
Verão (2013)	5,6 bC	6,3 aBC	6,6 bAB	7,2 bA	0,247
Outono (2013)	8,0 aAB	6,0 aC	7,4 aB	8,2 aA	0,247
Média	-	-	-	-	-
Época do ano	Densidade populacional de perfilhos (perfilhos.m <sup>2</sup> )				
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	Média
Verão (2012)	5.771	6.502	5.851	4.747	-
Outono (2012)	6.307	6.637	5.392	5.687	-
Média	6.039 AB	6.529 A	5.622 BC	5.218 C	-
					EPM
Verão (2013)	6.080 aA	4.640 aB	4.185 aBC	3.533 aC	359,3
Outono (2013)	4.854 bA	4.945 aA	5.216 aA	4.304 aA	359,3
Época do ano	Comprimento médio de folhas (cm)				
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	EPM
Verão (2012)	5,0 aC	6,0 aB	6,3 aB	8,0 aA	0,189
Outono (2012)	4,9 aB	4,9 bB	6,6 aA	6,7 bA	0,189
					Média
Verão (2013)	3,0	3,9	4,9	6,1	4,5 B
Outono (2013)	5,8	7,1	8,4	8,2	7,4 A
Média	4,4 C	5,5 BC	6,6 AB	7,2 A	-
Época do ano	Comprimento médio de colmos + pseudocolmos (cm)				
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	Média
Verão (2012)	5,0	9,2	9,4	13,1	-
Outono (2012)	6,0	9,5	9,5	13,7	-
Média	5,5 C	9,4 B	9,41 B	13,4 A	Média
Verão (2013)	6,0	7,8	10,4	12,5	-
Outono (2013)	5,6	7,2	11,0	14,9	-
Média	5,8 D	7,5 C	10,7 B	13,7 A	-

EPM = Erro padrão da média.

Médias na mesma coluna seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Médias na mesma linha seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

### 5.3.2 Índice de área foliar médio (IAF médio)

Nos dois anos de estudos (2012 e 2013) com capim-quicuío houve efeito de interação tratamento x época do ano ( $p < 0,05$ ) para o índice de área foliar médio (IAF médio). De modo geral, em 2012, o IAF médio manteve-se constante do verão para o outono em todas as 4 alturas de pasto avaliadas. No verão não foram observados diferenças no IAF médio dos pastos manejados com 20 e 25 cm de altura (maiores valores) e nos pastos manejados com 10 e 15 cm de altura (menores valores). O mesmo comportamento foi observado no outono, ou seja, não foram observados diferenças no IAF médio dos pastos manejados mais altos (20 e 25 cm) e nos pastos manejados mais baixos (10 e 15 cm de altura) (Tabela 8). Em 2013, com exceção dos pastos manejados a 10 cm, o IAF médio dos pastos manejados entre 15 e 25 cm de altura manteve-se constante do verão para o outono. Durante o verão foi observado maior IAF médio nos pastos com 15, 20 e 25 cm de altura (3,7, 4,2 e 4,5, respectivamente), enquanto que no outono pastos manejados com 20 e 25 apresentaram os maiores valores (4,2 e 5,0, respectivamente) (Tabela 8).

Tabela 8 - Índice de área foliar médio (IAF médio) em pastos de capim-quicuío submetidos a estratégias de pastejo sob lotação intermitente durante o verão e outono de 2012 e 2013.

Época do ano	Índice de área foliar médio (IAF médio)				
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	EPM
(2012)					
Verão	3,1 aC	3,6 aBC	4,6 aA	4,4 aAB	0,316
Outono	3,7 aC	3,8 aBC	4,8 aAB	4,9 aA	0,316
Época do ano	Índice de área foliar médio (IAF médio)				
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	EPM
(2013)					
Verão	3,3 aB	3,7 aAB	4,2 aA	4,5 aA	0,297
Outono	2,3 bC	3,3 aB	4,2 aAB	5,0 aA	0,297

EPM = Erro padrão da média.

Médias na mesma coluna seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

Médias na mesma linha seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ).

## 5.4 DINÂMICA DO ACÚMULO DE FORRAGEM

5.4.1 Massa de forragem média ( $\text{kg de MS} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), taxa de acúmulo total de folhas ( $\text{kg de MS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ ), taxa de senescência foliar ( $\text{kg de MS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ ) e taxa de acúmulo líquido de folhas ( $\text{kg de MS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ )



Tanto em 2012 como em 2013, para a massa de forragem média (MFM) foi constatado efeito da interação tratamento x época do ano ( $p < 0,05$ ). Em 2012, de modo geral, houve aumento da MFM do verão para o outono nos pastos manejados com 10 e 20 cm de altura, enquanto que pastos manejados com 15 e 25 cm mantiveram valores constantes. No verão do mesmo ano foi observado maior MFM nos pastos manejados com 20 e 25 cm (5.850 e 6.580 kg de MS.ha<sup>-1</sup>, respectivamente) e menores valores foram encontrados nos pastos manejados com 10 cm (3.440 kg de MS.ha<sup>-1</sup>). Durante o outono o comportamento foi semelhante, ou seja, pastos manejados com 20 e 25 cm também apresentaram os maiores valores (6.880 e 7.250 kg de MS.ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Menores valores de MFM foram encontradas nos pastos manejados com 10 e 15 cm (4.500 e 4.290 kg de MS.ha<sup>-1</sup>, respectivamente) (Tabela 9). Em 2013 apenas pastos manejados com 10 cm apresentaram redução da massa de forragem do verão para o outono. Durante o verão foram observados maiores valores de MFM nos pastos manejados com 20 e 25 cm de altura (4.220 e 4.740 kg de MS.ha<sup>-1</sup>, respectivamente) e menores nos pastos manejados com 10 e 15 cm (3.420 e 3.720 kg de MS.ha<sup>-1</sup>, respectivamente). No outono do mesmo ano foram observados maiores valores nos pastos manejados com 20 e 25 cm (4.460,0 e 5.080,0 kg de MS.ha<sup>-1</sup>, respectivamente) e menores valores foram encontrados nos pastos manejados com 10 cm (2.190 kg de MS.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>) (Tabela 9).

Para a taxa de acúmulo total de folhas (TATF) foi observado efeito de interação tratamento x época do ano ( $p < 0,05$ ) nos dois anos experimentais (2012 e 2013). De modo geral, em 2012 as 4 alturas do pasto testadas apresentaram redução da TATF do verão para o outono. No verão não foram observadas diferenças na TATF nos pastos manejados com 15, 20 e 25 cm de altura (maiores valores), enquanto que no outono do mesmo ano não foram encontradas diferenças significativas na TATF entre as 4 alturas do pasto testadas (Tabela 9). Em 2013, a TATF aumentou do verão para o outono nos pastos manejados com 10, 15 e 20 cm e manteve-se constante nos pastos manejados mais altos (25 cm) (Tabela 9). Durante o verão foram observados maiores TATF nos pastos manejados com 20 e 25 cm (46 e 55 kg de MS.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, respectivamente) e menores nos pastos manejados com 10 e 15 cm de altura (22,0 e 33,0 kg de MS.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, respectivamente). No outono foram encontrados maiores valores nos pastos manejados com 20 e 25 cm (81 e 69 kg de MS.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>,

respectivamente) e menores nos pastos manejados com 10 e 15 cm (60 e 54 kg de MS.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, respectivamente) (Tabela 9).

Houve interação tratamento x época do ano ( $p < 0,05$ ) nos dois anos experimentais (2012 e 2013) para a taxa de senescência foliar (TSF). Em 2012 a TSF reduziu do verão para o outono apenas nos pastos manejados com 20 cm, mantendo-se constante nos pastos manejados com 10, 15 e 25 cm de altura (Tabela 9). Apesar da tendência linear de aumento da senescência foliar, durante o verão não foram observadas diferenças na TSF nos pastos manejados entre 15, 20 e 25 cm (30, 34 e 36 kg de MS.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, respectivamente). No outono foi encontrado maior TSF nos pastos manejados com 25 cm (37 kg de MS.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>) e menor nos pastos manejados com 10 e 15 cm de altura (13 e 21 kg de MS.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, respectivamente) (Tabela 9). De modo geral, em 2013, a TSF reduziu do verão para o outono nos pastos manejados com 25 cm de altura, mantendo-se constante nos pastos manejados com 10 e 15 cm e aumentando nos pastos manejados com 20 cm. Durante o verão do mesmo ano foi observado maior TSF nos pastos manejados com 25 cm (29 kg de MS.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>) e menor nos pastos manejados com 10 cm e 15 cm (13 e 17 kg de MS.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, respectivamente). No outono foi encontrado maior TSF nos pastos manejados com 20 cm (35 kg de MS.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>) (Tabela 9).

Tanto em 2012 como em 2013 foi observado efeito de interação tratamento x época do ano ( $p < 0,05$ ) para a taxa de acúmulo líquido de folhas (TALF). Em 2012, de maneira geral, houve redução da TALF do verão para o outono em todas as 4 alturas de pasto avaliadas. Apesar da maior produção líquida de folhas mostrar tendência de estabilização nos pastos manejados com 20 e 25 cm, no verão não foram encontradas diferenças na TALF dos pastos manejados com 15, 20 e 25 cm de altura (75, 90 e 88 kg de MS.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, respectivamente). Menor TALF foi observada nos pastos manejados com 10 e 15 cm (60 e 75 kg de MS.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, respectivamente). Durante o outono do mesmo ano, apesar da maior TALF estar concentrada nos pastos manejados com 10 cm, não foram encontradas diferenças significativas na TALF em todas as 4 alturas de pasto testadas (Tabela 9). Em 2013, quando analisados as duas épocas juntas (verão e outono), a TALF mostrou comportamento inverso em relação ao primeiro ano experimental (2012), ou seja, do verão para o outono houve aumento da TALF nas 4 alturas de pasto estudadas. No entanto, quando analisados apenas o verão e outono separadamente, os resultados são semelhantes aos obtidos em relação ao primeiro ano experimental, ou seja, assim como em 2012, em 2013

apesar da maior produção líquida de folhas mostrar tendência de estabilização nos pastos manejados com 20 e 25 cm, no verão não foram observadas diferenças na TALF dos pastos manejados com 15, 20 e 25 cm (15, 25 e 26 kg de MS.dia<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, respectivamente). Menores produções líquidas também foram observadas nos pastos manejados com 10 e 15 cm (8 e 15 kg de MS.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, respectivamente). Durante o outono de 2013 não foram observadas diferenças na TALF entre as 4 alturas de pasto estudadas (Tabela 9).

Tabela 9 - Massa de forragem média (kg de MS.ha<sup>-1</sup>), taxa de acúmulo total de folhas (kg de MS.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>), taxa de senescência foliar (kg de MS.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>) e taxa de acúmulo líquido de folhas (kg de MS.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>) em pastos de capim-quicuiu submetidos a estratégias de pastejo sob lotação intermitente durante o verão e outono de 2012 e 2013.

Época do ano	Massa de forragem média (kg de MS.ha <sup>-1</sup> )				
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	EPM
Verão (2012)	3.440 bC	4.500 aB	5.850 bA	6.580 aA	327,9
Outono (2012)	4.500 aB	4.290 aB	6.880 aA	7.250 aA	327,9
Média	-	-	-	-	-
					EPM
Verão (2013)	3.420 aC	3.720 aBC	4.220aAB	4.740 aA	234,1
Outono (2013)	2.190 bC	3.560 aB	4.460 aA	5.080 aA	234,1
Média	-	-	-	-	-
Época do ano	Taxa de acúmulo total de folhas (kg de MS.ha <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )				
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	EPM
Verão (2012)	74 aB	105 aA	125 aA	124 aA	6,50
Outono (2012)	44 bA	40 bA	40 bA	55 bA	6,50
Média	-	-	-	-	-
					EPM
Verão (2013)	22 bC	33 bBC	46 bAB	55 aA	5,61
Outono (2013)	60 aB	54 aB	81 aA	64 aAB	4,25
Média	-	-	-	-	-
Época do ano	Taxa de senescência foliar (kg de MS.ha <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )				
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	EPM
Verão (2012)	14 aB	30 aA	34 aA	36 aA	3,04
Outono (2012)	13 aC	21 aBC	22 bB	37 aA	3,04
Média	-	-	-	-	-
					EPM
Verão (2013)	13 aB	17 aB	21 bB	29 aA	2,65
Outono (2013)	14 aC	14 aC	35 aA	21 bB	2,23
Média	-	-	-	-	-
Época do ano	Taxa de acúmulo líquido de folhas (kg de MS.ha <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )				
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	EPM
Verão (2012)	60 aB	75 aAB	90 aA	88 aA	6,36
Outono (2012)	30 bA	19 bA	18 bA	18 bA	6,36
Média	-	-	-	-	-
					EPM
Verão (2013)	8 bB	15 bAB	25 bA	26 bA	4,03
Outono (2013)	46 aA	40 aA	45 aA	47 aA	3,27
Média	-	-	-	-	-

EPM = Erro padrão da média.

Médias na mesma coluna seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05).

Médias na mesma linha seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05).

## 6 DISCUSSÃO

### 6.1 MANUTENÇÃO DAS CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

A manutenção das condições experimentais pode ser considerada extremamente satisfatória, uma vez que foi possível manter contrastes adequados entre alturas durante todo o período experimental. O momento de início de pastejo foi determinado pelas alturas em pré-pastejo alcançadas pelo dossel forrageiro. Contudo, foram avaliadas interceptações de luz e massa de forragem para que esses parâmetros pudessem vir a, eventualmente, ser utilizados também como guias de manejo.

As alturas do dossel em pré-pastejo comportaram-se de forma bastante consistente e homogênea ao longo de todo período experimental, sendo correspondente a valores ao redor de 95% de IL para pastos manejados com 25 cm de altura, 90, 73 e 51% para pastos manejados com 20, 15 e 10 cm de altura (Tabela 4), respectivamente. A maior altura do dossel (25 cm) proporcionou nos dois anos experimentais menor número de pastejos, maior intervalo entre pastejos e maiores interceptações luminosas (Tabela 4). De acordo com Sbrissia (2004), é importante ressaltar que a determinação da altura deve estar associada a parâmetros fisiológicos e ecofisiológicos das pastagens para que tenha valor como ferramenta de manejo.

O momento da retirada dos animais foi determinado pela severidade de desfolha (50% da altura inicial). Neste sentido, a utilização de 50% de desfolhação foi para assegurar que a estrutura do pasto não limitasse a ingestão de alimento pelos animais, visto que desfolhas moderadas (40 a 60%) asseguram maiores taxas instantâneas de ingestão de forragem enquanto que desfolhas mais severas (a partir de 60%) poderiam levar a restrição de consumo pela estrutura apresentada pelo dossel (ZANINI et al., 2012; FONSECA et al., 2012). Além disso, Carnevalli (2003), em trabalho com capim-mombaça sob lotação intermitente comentou que a quantidade e qualidade da massa de forragem residual são de suma importância para a rebrotação do ciclo de pastejo seguinte e, de acordo com os mesmos autores, a velocidade de recuperação de plantas forrageiras após o pastejo é uma característica importante no sistema de produção em pasto, uma vez que determina a utilização do pasto cada vez mais cedo.

O maior número de pastejos observados em 2012 em relação a 2013 (Tabela 4) pode ser considerado aceitável, uma vez que os fatores de crescimento (chuva e temperatura) influenciaram diretamente na capacidade e velocidade das plantas em recuperar o crescimento após o

pastejo. As condições climáticas, notadamente a falta de precipitação (Tabela 3) nos meses que antecederam o experimento em 2013 ocasionou falta de condições adequadas para que os pastos de capim-quicuiu atingissem o crescimento obtido no verão de 2012. O estresse hídrico é um determinante importante do crescimento em capim-quicuiu e até mesmo a alta demanda evaporativa pode reduzir bastante a sua taxa de crescimento (CHIESA, 2007). De acordo com Lemaire & Chapman (1996), alterações nas condições climáticas que ocorrem de um ano para outro provocam modificações morfológicas e nas taxas de crescimento das plantas, o que pode resultar em atraso na recuperação do pasto após desfolhações. As diferenças entre número e intervalo médio entre pastejos de acordo com o manejo imposto e épocas do ano, mais uma vez, mostram que a adoção de períodos de descanso fixos podem levar a perdas na produtividade dos pastos, uma vez que a necessidade de recuperação da planta após o pastejo deixa de ser respeitada, não apenas nos períodos críticos do ano, mas principalmente nas épocas favoráveis ao crescimento (CARNEVALLI, 2003; BARBOSA et al., 2011; DIFANTE, et al., 2011).

A IL média em pré-pastejo ficou dentro da condição preconizada antes do início efetivo das avaliações, ou seja, em torno de 95% de IL para pastos manejados com 25 cm durante os dois anos experimentais (Tabela 4). A IL de 95,5%, observada durante o primeiro ano de experimento (Tabela 4) não pode ser considerada longe da meta de pré-pastejo, pois ao longo do ano ocorrem modificações na estrutura do dossel as quais levam a variações na altura do pasto correspondente com a IL de 95% (CARNEVALLI, 2003, BARBOSA et al., 2011, DIFANTE et al., 2011). A IL média em pós-pastejo em 2012 foi maior em todas as alturas testadas em relação a 2013 (Tabela 4). A queda das taxas e dos processos em 2013 em relação a 2012 deve-se principalmente a falta de condições adequadas para o crescimento e desenvolvimento dos pastos de capim-quicuiu. Sendo assim, a habilidade de gramíneas e leguminosas de clima tropical para escapar, evitar, tolerar e se adaptar ao estresse associado com luz, geada, temperatura e abastecimento de água foi revisada em trabalho de Ludlow (1980). Neste estudo, o autor observou que apenas as gramíneas como o capim-quicuiu (*Pennisetum clandestinum* sp.) e o capim de Rhodes (*Chloris gayana* spp.) possuem habilidade de crescer em baixas temperaturas. Em outras palavras, as baixas temperaturas causam reduções substanciais no crescimento de espécies de pastagens de clima tropicais. No entanto, a capacidade de gramíneas, especialmente o

capim-quicuí e o capim de Rhodes para crescer em baixas temperaturas é classificada como alta (LUDLOW, 1980).

## 6.2 CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS

As características morfogênicas e estruturais do dossel não podem ser analisadas isoladamente. Ambas estão integradas, de forma que qualquer mudança estrutural resulta em respostas morfogênicas e nova estrutura do dossel, uma vez que as características estruturais são regidas por alterações nas características morfogênicas (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). Nesse sentido, a taxa de aparecimento de folhas (TApF) possui um papel determinante nas características estruturais do dossel uma vez que interfere diretamente no tamanho de folha, na densidade populacional de perfilhos e no número de folhas por perfilho (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). Seu inverso, o filocrono, diz respeito ao intervalo para aparecimento de duas folhas consecutivas (WILHELM e MCMASTER, 1995) e também pode ser discutido nos mesmos termos. Em 2012, a variação em filocrono foi observada somente com as épocas do ano estudadas, sendo em média 50% maior no outono em relação ao verão do mesmo ano (Tabela 5). Já em 2013, a variação em filocrono foi observada com as alturas do dossel estudadas e com as épocas do ano (Tabela 5). De maneira geral, o filocrono aumentou do verão para o outono nos pastos manejados com 15 e 25 cm de altura, manteve-se constante nos pastos manejados com 20 cm e diminuiu do verão para o outono nos pastos manejados com 10 cm (Tabela 5). Durante o verão de 2013, o filocrono não diferiu entre as 4 alturas de pastos estudadas. Já para o outono, os maiores valores foram registrados nos pastos manejados com 15 e 25 cm de altura e os menores nos pastos manejados com 10 e 20 cm de altura (Tabela 5). Diversos autores mostraram que o aumento no comprimento da bainha foliar resulta em maiores valores de filocrono (WILSON e LAIDLAW, 1985; SKINNER e NELSON, 1995), uma vez que o tempo necessário para visualização da nova folha emergida pode ser atrasado segundo uma relação basicamente estabelecida pelo comprimento das bainhas que envolvem o meristema apical e a taxa de alongamento foliar. Além disso, Gautier e Varlet-Grancher (1996) mostraram que variações em IAF podem alterar o filocrono por meio de mudança na qualidade do ambiente luminoso. No entanto, existe pouca informação relacionando a qualidade da luz e a dinâmica do aparecimento de folhas em espécies de clima tropical. No presente estudo, apesar de não terem sido realizadas avaliações relativas à altura do meristema apical e comprimento da bainha foliar, os

resultados de comprimento médio de folhas e colmos + pseudocolmos (Tabela 7), associados a observações de campo, indicaram claramente que pastos manejados mais altos (20 e 25 cm) apresentaram maiores comprimento de bainha, o que poderia explicar o "atraso" no aparecimento de folhas sob aquelas circunstâncias. Apesar disso, as variações no filocrono (Tabela 5) e nas taxas de alongamento foliar (Tabela 5), associadas com os comprimentos médios de colmos + pseudocolmos (Tabela 7) sugerem a existência de efeitos compensatórios durante a morfogênese de capim-quicuío. Assim, durante o verão de 2013, quando os valores de filocrono foram bem próximos e houve diferença nas taxas de alongamento, não foram encontradas diferenças no filocrono entre todas as alturas testadas. Por outro lado, durante o outono de 2013, as taxas de alongamento foliar foram semelhantes entre as alturas, enquanto os valores de filocrono foram cerca de 25 e 21,7% superiores para as alturas de 25 cm em relação aquelas mantidas a 10 cm, respectivamente, indicando que o atraso maior no filocrono foi decorrente das variações no comprimento de colmos + pseudocolmos entre as alturas de dossel estudadas. Sbrissia (2004), trabalhando com capim-Marandu manejado entre 4 alturas de pastejo (10, 20, 30 e 40 cm de altura) sob lotação contínua obteve resultados semelhantes, ou seja, durante as épocas de verão e final de primavera, quando os valores de filocrono foram bem próximos e houve diferenças nas taxas de alongamento foliar, pastos mantidos a 40 cm apresentaram valores de filocrono cerca de 30% superiores àqueles mantidos a 10 cm. Por outro lado, durante os períodos de outono, inverno e início da primavera as taxas de alongamento foliar foram idênticas para todas as alturas, enquanto os valores de filocrono foram cerca de 129, 77,6 e 60% superiores para a altura de 40 cm em relação àquelas mantidas a 10 cm, respectivamente, indicando também que o atraso maior no filocrono foi decorrente das variações do comprimento de hastes entre as alturas do dossel estudadas.

De acordo com Fournier et al. (2005), o tempo necessário para a emissão de duas folhas consecutivas está diretamente ligado a duração do alongamento foliar, ou seja, o aumento no comprimento da bainha foliar resulta em valores maiores de filocrono (SKINNER e NELSON, 1995; NELSON, 2000). No presente estudo, as taxas de alongamento foliar diferiram entre os tratamentos e foram mais altas durante o verão em 2012 e durante o outono em 2013 (Tabela 5). Quando considerada apenas a altura dos pastos, as taxas de alongamento foliar foram crescentes. Isso pode ter sido um reflexo direto do comprimento médio



de lâminas foliares semelhantes (Tabela 7) para as alturas de 20 e 25 cm, bem como valores semelhantes de IAF médio (Tabela 8). No entanto, quando considerada as épocas do ano, a falta de precipitação nos meses que antecederam o experimento em 2013 e a redução em 2°C na temperatura média registrada durante o verão de 2013 (Tabela 3) em relação a média dos últimos 85 anos pode ter influenciado diretamente nas taxas de alongamento durante o verão de 2013. Na medida em que essas condições tornaram-se favoráveis (disponibilidade de água principalmente, luz e temperatura), os pastos apresentaram no outono taxas de alongamento superiores aos obtidos no verão. Isto explica também as maiores taxas de acúmulo de líquido de folhas, o que pode ser observado no outono de 2013 (Tabela 9). No verão de 2013, foi necessário maior número de dias para o surgimento de duas folhas consecutivas (Tabela 5) quando foram verificadas as menores TAIF (Tabela 5). Além disso, conforme discutido por Bonhomme (2000), normalmente é assumida uma linearidade entre a taxa de crescimento e temperatura, o que nem sempre é verdadeiro, sendo que a ausência de quaisquer outros fatores que possam interferir no desenvolvimento (e.g. água, luz, etc.) também pode refletir na TApF e, conseqüentemente, no filocrono. Assim, com o avanço da estação a partir do verão, o filocrono também foi aumentando, indicando que a temperatura, sozinha, pouco explica as TAIF e, conseqüentemente, o filocrono. Além disso, em trabalho apresentado por Lemaire e Agnusdei (2000) comparando as TApF em graus-dia em plantas de fisiologia C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub>, os coeficiente de determinação para as regressões entre TApF e temperatura são menores para as plantas C<sub>4</sub>, sendo portanto, um indicativo de que pode haver mais fatores ambientais determinando as TAIF em plantas de clima tropical do que em plantas de clima temperado.

A TAIC no verão de 2012 foi 40% superior ao outono do mesmo ano (Tabela 6). Já em 2013, pastos manejados com 10 e 20 cm de altura apresentaram aumento da TAIC do verão para o outono, enquanto que em pastos manejados com 15 e 25 cm nenhuma diferença foi observada. De acordo com Corsi et al. (1996), o manejo do pastejo tem sido a forma mais utilizada para controlar o alongamento do colmos. No entanto, no presente estudo o alongamento de colmos não demonstrou ser uma barreira ao manejo de capim-quicuiu durante os dois anos de estudos em todas as alturas testadas. Vale ressaltar que durante todas as avaliações morfogênicas não foi medido a senescência de colmos + pseudocolmos, fato este que poderia superestimar os valores de acúmulo líquido de forragem, pois apenas o crescimento

(alongamento e expansão) de colmos seria contabilizado no cálculo. Desta forma, a TAIC não entrou no cálculo para determinação da taxa de acúmulo líquido de forragem. Outro fato importante a ser mencionado é que apesar de não terem sido realizadas avaliações relativas à fase reprodutiva, observações de campo mostraram claramente que pastos, principalmente os manejados mais baixos (10 e 15 cm) apresentaram florescimento ao longo das estações de crescimento (principalmente durante os meses mais quentes), o que poderia explicar a maior participação de colmos no verão de 2012 em relação ao outono do mesmo ano. O aumento da participação de colmos com a chegada da época de florescimento pode ser estendido a espécies de clima tropical (CARNEVALLI 2003; SBRISSIA, 2004), pois da mesma forma ocorre o processo de alongamento dos colmos em função da época de florescimento, variando apenas a intensidade de sua ocorrência. Durante essa fase de desenvolvimento das plantas ocorre a mobilização de assimilados para as partes reprodutivas e o decréscimo na relação lâmina-colmo, pois as folhas cessam seu crescimento após a emissão da inflorescência. No entanto, devido a falta de informações na literatura, mais estudos devem ser realizados afim de se conhecer melhor os princípios que norteiam o processo de alongamento de colmos em plantas de clima tropical com crescimento prostrado.

Apesar da análise de solo não ter revelado limitação de nutrientes para o crescimento do capim-quicuío, a falta de água nos meses que antecederam o experimento em 2013 pode ter caracterizado um condição momentânea de baixa fertilidade já que a maior parte dos nutrientes ficaria indisponibilizada por faltar água para que sua absorção fosse efetivada. Certamente que essa "economia de nutrientes" por parte da planta só faz sentido se não houver remoção de folhas, ou seja, o ambiente deveria ser o menos perturbado possível e foi justamente o que aconteceu durante os meses de outubro a dezembro de 2012, onde os pastos permaneceram sem pastejo. Uma consequência direta dessa provável "economia de recursos" foi o pequeno alongamento foliar verificado no verão de 2013, o que caracterizou um período de baixo crescimento dos perfilhos de capim-quicuío sob aquelas condições. Assim, o filocrono, a TAIF, a TAIC, a DVF e a TSeF (Tabelas 5 e 6) foram menores no verão em relação ao outono. Outro fato importante a ser mencionado é que em janeiro de 2013 não houve nenhuma adubação nitrogenada, fato que deve ter contribuído para os baixos valores apresentados no verão em relação ao outono deste mesmo ano. Além disso, as baixas temperaturas médias observadas (Tabela 3) nos meses

de fevereiro a março de 2013 podem ter contribuído para que os pastos de capim-quicuiu apresentassem menor crescimento no verão em relação ao outono. Apesar do fato ser considerado atípico em 2013, a tendência dos processos foi semelhante entre os dois anos experimentais, ou seja, a partir de março, quando as condições tornaram-se mais favoráveis para o capim-quicuiu, com elevada disponibilidade de água (Tabela 3) e nitrogênio, as taxas de aparecimento (filocrono) e alongamento foram maiores (Tabela 5), resultando em maiores taxas de acúmulo líquido de folhas (Tabela 9). De acordo com Duru e Ducrocq (2000a), a produção forrageira, como resultado dos processos de crescimento e desenvolvimento, pode ter sua eficiência substancialmente melhorada pelo aumento do uso de fertilizantes, principalmente do nitrogênio, através do expressivo aumento no fluxo de tecidos.

Assim como o filocrono avaliado em graus-dia, a DVF expressa na mesma base apresentou um comportamento semelhante (Tabela 5), indicando não haver uma correlação dessa variável com apenas uma única característica ambiental. Em 2012, foi observado efeito apenas da época do ano (Tabela 5), sendo que a DVF foi 40% menor no verão (340 graus.dia<sup>-1</sup>) em relação ao outono (565 graus.dia<sup>-1</sup>). Não foram encontradas informações na literatura que permitissem uma comparação dos dados encontrados ao de outros autores para o capim-quicuiu. No entanto, Gonçalves (2002), em trabalho com capim-marandu obteve DVF média ao longo de todo o período experimental de 417,3 graus.dia<sup>-1</sup>. Para azevém perene e festuca valores correspondentes equivaleram a 330 e 540 graus.dia<sup>-1</sup>, respectivamente (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). A diferença em termos absolutos entre esses valores e os obtidos neste experimento reflete apenas as diferenças morfológicas e fisiológicas entre as espécies de clima temperado e sub-tropical/tropical.

Em 2013, a DVF sofreu efeito da interação tratamento x época do ano ( $p < 0,05$ ). De forma geral, houve aumento da DVF do verão para o outono nos pastos manejados com 10, 15 e 25 cm de altura. Durante o verão de 2013 não foram encontradas diferenças significativas na DVF entre as 4 alturas de pasto testadas. Já no outono não foram observadas diferenças na DVF nos pastos manejados com 10, 15 e 20 cm, sendo os maiores valores encontrados nos pastos manejados com 25 cm de altura (Tabela 8). Considerando que a DVF deriva da multiplicação do NFV pelo filocrono, e que o NFV apresentou variação em relação a altura do pasto, pode-se concluir que foram as oscilações no valor do filocrono (Tabela 5) e no NFV (Tabela 7) os maiores responsáveis pelas variações

na DVF. Além disso, a maior DVF registrada durante o outono de 2012 e durante o outono de 2013 para pastos manejados com 10, 15 e 25 cm sugere certa adaptação da planta em manter sua área foliar por mais tempo durante períodos críticos ao crescimento, uma vez que essa variável corresponde ao ponto de equilíbrio entre os processos de crescimento e senescência foliar (NABINGER, 1997), o que pode ser comprovado pelos valores de Filocrono (Tabela 5). O outono de 2012 apresentou filocrono 50% maior que no verão do mesmo ano. Apesar do outono não ser uma estação favorável ao crescimento do capim-quicuí, como já mencionado, as altas taxas de crescimento durante o outono de 2013 podem estar basicamente associadas com o restabelecimento de condições ambientais mais adequadas ao crescimento e produção do capim-quicuí. Na primavera houve restrições hídricas (Tabela 3), em janeiro de 2013 não houve adubação nitrogenada e durante o verão as temperaturas foram menores em relação ao ano anterior de estudos, sendo as taxas de aparecimento e alongamento as menores registradas durante todo o experimento.

Associado ao processo de crescimento de folhas está o processo de senescência e morte foliar. No verão de 2012 foi encontrado maior TSeF nos pastos manejados mais altos (20 e 25 cm) e menores nos pastos manejados mais baixos (10 e 15 cm). O mesmo comportamento também foi observado no verão de 2013, ou seja, as maiores TSeF foram encontradas nos pastos manejados mais altos (25 cm de altura) e as menores nos pastos manejados mais baixos (10 e 15 cm) (Tabela 5). No presente estudo, a TSeF parece ter sido influenciada de forma mais acentuada pelo manejo do pastejo que pelas estações do ano, uma vez que os valores permaneceram constantes nos pastos manejados com 10, 15 e 20 cm durante as estações de crescimento (Tabela 5) dos dois anos experimentais. Efeitos de ambiente podem influir na TSeF, em especial na disponibilidade água e nutrientes, temperatura e luz (NABINGER, 1997). Contudo, de acordo com Frank e Bauer (1994), os efeitos da altura do dossel forrageiro sobre a TSeF estão relacionados com o sombreamento provocado por folhas e outras estruturas da porção superior do dossel. A menor disponibilidade e qualidade de luz nos pastos manejados mais altos (20 e 25 cm) em relação ao pastos manejados mais baixos (10 e 15 cm) devem ter inibido a atividade de gemas comprometendo o aparecimento de novos perfilhos e, conseqüentemente, aumentando a senescência de folhas (por aumentos nas taxas respiratórias).

O NFV é um valor relativamente constante para um dado genótipo, porém, práticas de manejo podem alterá-lo. Essa característica permanece constante após o pasto atingir uma condição de equilíbrio em que os processos de aparecimento e morte de folhas são sincronizados (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; MATTHEW et al., 2000). Neste sentido, o NFV do capim-quicuiu no período estudado de 2012 variou de 7,4 a 7,6 nos pastos manejados com 10 e 15 cm e de 9,3 a 9,6 nos pastos manejados com 20 e 25 cm, respectivamente. Em 2013 variou de 5,6 a 6,3 nos pastos manejados com 10 e 15 cm e 6,9 a 7,2 nos pastos manejados com 20 e 25 cm. A média geral de todo o verão (2012 e 2013) e de todos os tratamentos ficou ao redor de 6,5 folhas por perfilho para pastos manejados com 10 cm, 7 folhas por perfilho para pastos manejados com 15 cm, 7,9 folhas por perfilho para pastos manejados com 20 cm e 8,4 folhas por perfilho para pastos manejado com 25 cm. Para o outono de 2012 e 2013, a média geral ficou ao redor de 7,3 folhas por perfilho para pastos manejados com 10 cm, 6,5 folhas por perfilho para pastos manejados com 15 cm, 7,3 folhas por perfilho para pastos manejados com 20 cm e 7,7 folhas por perfilho para pastos manejados com 25 cm de altura. Valores próximos foram encontrados por Gomide et al. (1997), que relataram 5 e 7 folhas vivas por perfilho, respectivamente, em estudo com capim-marandu. Van Esbroeck et al. (1997) também encontraram respostas distintas, mostrando também haver efeito da época do ano sobre o NFV. Paciullo et al. (2002), estudando o capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), observaram variação no NFV ao longo das estações do ano, com os maiores valores observados durante o verão (5,6 folhas), os menores durante o inverno (2,2 folhas) e valores intermediários durante a primavera e outono (4,2 e 4,5 folhas, respectivamente).

As variações em DPP foram causadas basicamente por oscilações sazonais nas taxas de aparecimento e morte de perfilhos mais baixos, tanto no primeiro quanto no segundo ano de experimento (Tabela 7) e refletem um efeito amplamente discutido e mostrado em pastos mantidos sob lotação contínua (MATTHEW et al., 1995; HERNANDEZ-GARAY et al., 1999), segundo o qual a maior penetração de luz na base dos dosses manejados mais baixos tende a estimular o perfilhamento. O efeito inverso é observado a partir do momento que começa a existir competição por luz, resultado direto da menor frequência de pastejo nos tratamentos com maior altura de entrada, quando, então, inicia-se processo de auto desbaste e a quantidade de perfilhos na área é reduzida (YODA et al., 1963).

Portanto, as reduções em DPP conforme o aumento na altura dos pastos aqui apresentadas evidenciam claramente um mecanismo compensatório que tende a limitar a população de perfilhos numa dada condição, ou seja, com o objetivo de compensar uma redução nas taxas de aparecimento, os perfilhos tendem a sobreviver por mais tempo afim de manter estável a população de plantas e garantir sua persistência na área. Além disso, em trabalho conduzido concomitantemente a este estudo, Santos (2014) mostrou que os tratamentos de 15, 20 e 25 cm de altura de entrada apresentaram altas taxas de sobrevivência de perfilhos no verão e redução dos índices de estabilidade no período de outono. Já o tratamento de 10 cm de altura de entrada se comportou de maneira inversa. As inclinações das retas relacionando DPP e massa por perfilho (em escala logarítmica) foram de -2,33 e -2,89 para 2012 e 2013 respectivamente. A mesma autora concluiu que pastos sob lotação intermitente apresentam mecanismo de compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos semelhante àquele observado em lotação contínua desde que as alturas em pré-pastejo estejam associadas com níveis de desfolhação relativamente moderados (50%).

É importante ressaltar que apesar dos pastos manejados mais altos (20 e 25 cm) apresentarem menor DPP (Tabela 7) ao longo de todo o período experimental, as maiores taxas de alongamento foliar juntamente com altas taxas de aparecimento (filocrono) verificadas durante o mesmo período indicam que pastos de capim-quicuiu possuem uma grande plasticidade no sentido de compensar a menor população de perfilhos em pastos mais altos com perfilhos grandes e mais pesados, além de maiores comprimentos de folha e colmos (Tabela 7). Por outro lado, pastos manejados mais baixos (10 e 15 cm) apresentaram maiores populações de perfilhos pequenos com taxas de alongamento foliar menores, além de menor comprimento de folhas e colmos.

De acordo com Lemaire e Chapman (1996), as características morfogênicas determinam as características estruturais de perfilhos individuais: número de folhas vivas por perfilho, densidade populacional de perfilhos e comprimento médio de folhas. Estas, por sua vez, afetam a estrutura do dossel forrageiro por causarem variações no tamanho e na arquitetura do índice de área foliar (IAF), determinante das respostas tanto de plantas como de animais (HODGSON, 1990; GIACOMINI et al., 2009). De modo geral, durante todo o período experimental (2012 e 2013), o IAF médio manteve-se constante do verão para o outono em todas as 4 alturas de pasto testadas. Maiores

valores (4,6 e 4,4) foram encontrados nos pastos manejados mais altos (20 e 25 cm, respectivamente) e menores (3,1 e 3,6) nos pastos manejados mais baixos (10 e 15 cm, respectivamente). Estes valores ficaram próximos aos encontrados por Zanini et al. (2012a), que em trabalhos com capim-aruana, obtiveram valores ao redor de 4,2 e 3,8 para pastos manejados com 95% de IL (30 cm de altura) no verão e outono, respectivamente. Carnevalli (2003) em estudos com capim-mombaça sob lotação intermitente encontrou valores de IAF ao redor de 4,23 quando o dossel interceptava 95% de luz (90 cm de altura), ou seja, independente da condição pós-pastejo imposta naquele estudo (30 e 50 cm), o IAF no momento do pastejo quando o dossel atingiu 95% de IL foi o mesmo.

### 6.3 DINÂMICA DO ACÚMULO DE FORRAGEM

O manejo do pastejo afetou de forma distinta a massa de forragem média (MFM) nos pastos de capim-quicuí. Durante o verão de 2012 e outono de 2013 (épocas de condições favoráveis ao crescimento), a MFM foi maior nos pastos manejados com 20 e 25 cm e menor nos pastos manejados com 10 e 15 cm (Tabela 9). No verão de 2012 também foram verificadas as maiores taxas de alongamento e aparecimento de folhas (Tabela 5), variáveis que podem ter contribuído para massas de forragem mais elevadas durante esta estação. Em 2013, como já discutido, as condições de crescimento tornaram-se favoráveis ao crescimento de capim-quicuí a partir do final do verão e início do outono. Apesar do ano ser considerado atípico para o crescimento dos pastos (com séria restrição hídrica em novembro e temperatura média ao redor de 2°C inferior a média histórica dos últimos 85 anos), a tendência de aumento na massa de forragem conforme as alturas do dossel foram bem distintas. No outono de 2013 também foram verificadas as maiores taxas de alongamento e aparecimento de folhas (Tabela 5), variáveis que devem ter influenciado diretamente para massas de forragem mais elevadas durante esta época.

O significado isolado das taxas de alongamento foliar tem um efeito limitado no sentido de explicar processos de crescimento em ambientes pastoris. Isso porque não existe um perfilho isolado no campo, razão pela qual as taxas dos processos devem ser consideradas na população de perfilhos como um todo (SBRISIA, 2004). Como os valores de DPP foram variáveis conforme as alturas dos pastos (Tabela 7), é natural que as respostas em termos de crescimento ( $\text{kg de MS.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ) apresentassem padrões de comportamento relativamente

diferentes daqueles obtidos para perfilhos isolados. Assim, o efeito da sazonalidade e dos tratamentos foram progressivos e cumulativos durante os dois anos experimentais. Quando considerada a população de perfilhos, as taxas de crescimento de folhas foram maiores para os pastos manejados mais altos (20 e 25 cm). No verão de 2012, a TATF respondeu principalmente às variações nas taxas de aparecimento e alongamento de folhas (Tabela 5). No outono do mesmo ano, as taxas de crescimento de folhas foram menores sendo reflexo provavelmente das condições climáticas desfavoráveis ao aparecimento e alongamento de folhas. Em 2013, a TATF foi maior no outono em relação ao verão do mesmo ano (Tabela 9), variando de 46 a 55 kg de MS.ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> nos pastos manejados mais altos (20 e 25 cm, respectivamente). Provavelmente a causa desse maior acúmulo de folhas durante essa época do ano deve estar relacionada principalmente ao elevado crescimento dos pastos assim que as condições tornaram-se favoráveis, o que correspondeu ao outono em 2013. Interessante observar que as variações nos acúmulos de folhas (Tabela 9) seguiram uma mesma tendência entre os tratamentos durante os dois anos de experimento, no entanto, os valores absolutos foram menores em 2013 quando comparados com 2012. Uma das possíveis explicações para essa redução também pode estar associada com a queda em torno de 2 °C durante o verão em 2013 na temperatura média quando comparadas com a média histórica dos últimos 85 anos (Tabela 3). Trabalhando com o efeito de diferentes temperaturas nas taxas de alongamento de folhas em milho, Ben-Haj-Salah e Tardieu (1995) verificaram que quando a temperatura na folha subiu de 13 para 17 °C, houve um incremento de 4 vezes no alongamento foliar. Lemaire e Agnusdei (2000) também comentaram que a taxa de alongamento foliar responde imediatamente a qualquer mudança em temperatura, de tal forma que a produção de tecidos segue exatamente variações sazonais. Assim, apesar de não terem sido encontrados dados específicos na literatura para o capim-quicuí, parece bastante sugestivo que a falta de água e o decréscimo em 2°C na temperatura média possam ter colaborado diretamente na redução de 50% das taxas de acúmulo total de folhas no ano de 2013. Em estudo complementar a este trabalho, Padilha (2013) mencionou que a consequência direta dessa condição atípica em 2013 foi uma produção de matéria seca em torno de 30% inferior quando comparada com 2012.

Os efeitos das alturas também foram progressivos e cumulativos durante os dois anos de experimento para a TSF (Tabela 9), resultando em aumento linear da senescência foliar conforme as alturas do dossel.



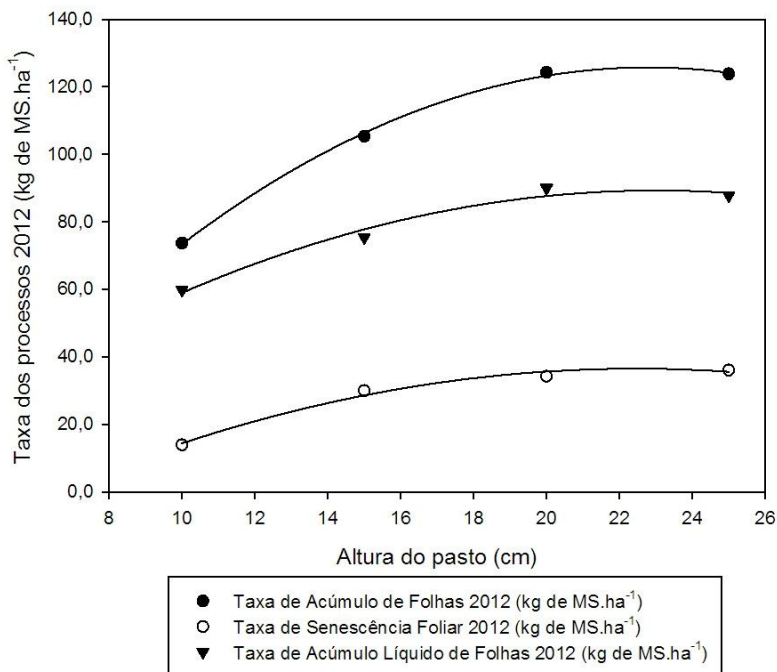
A sazonalidade não apresentou ser um fator determinante nas taxas de senescência. Contudo, vale ressaltar que apesar dos pastos manejados mais altos apresentarem maiores TSF, os valores estiveram sempre associadas a intercepções de 90 a 95% de IL para pastos manejados com 20 e 25 cm, respectivamente. Assim como já constatado por diversos autores (CARNEVALLI 2003; BARBOSA, 2004; ZANINI et al., 2012ab), o processo de senescência pode ser eficientemente controlado por meio da frequência de pastejo, quando os pastejos ocorrem com até 95% de IL. Neste estudo, apesar do critério de início de pastejo ser a altura dos pastos, a IL média de 90,5 e 95,5% obtidas durante todo o período experimental para pastos manejados com 20 e 25 cm de altura reforçam o fato de que o processo de senescência pode ser eficientemente controlado por meio da frequência de pastejo, quando os pastejos ocorram com até 95% de IL.

Relacionando o crescimento com a senescência foliar obtém-se o acúmulo líquido de folhas. No presente estudo, a sazonalidade foi característica marcante para o acúmulo líquido de folhas (Tabela 9), refletindo a típica produção estacional de espécies de gramíneas de clima tropicais (PEDREIRA e MATTOS, 1981). Quando o processo de acúmulo líquido é analisado entre as alturas dos pastos (Figuras 5 e 6, respectivamente), verifica-se claramente a existência de uma amplitude de altura de pastejo na qual o acúmulo líquido de folhas permanece constante. Durante os dois anos experimentais não foram encontradas diferenças no acúmulo líquido de folhas nos pastos manejados com 15, 20 e 25 cm de altura. No entanto, o fato fica mais evidente quando analisados a partir de alturas de 20 a 25 cm (Tabela 9; Figuras 5 e 6). Pastos manejados com 15 cm apresentaram mais semelhanças morfológicas com pastos manejados com 10 cm e devido as altas taxas de senescência presentes neste tratamento, as taxa de acúmulo líquido de folhas ficaram próximas do acúmulo líquido dos pastos manejados com 10 cm. Portanto, seria mais prudente afirmar que existe amplitude de altura de pastejo em pastos submetidos à lotação intermitente, desde de que usadas desfolhações de 50%. Para o capim-quicuiu essa faixa de altura localiza-se de 20 até 25 cm (Figuras 5 e 6). Vale lembrar que as alturas de 20 e 25 cm estiveram sempre relacionadas com 90,5 e 95,5% de IL média. Além disso, os resultados apresentados por Barbosa et al. (2007) para o capim-tanzânia, mostram que alturas de dossel interceptando menos de 95% da radiação incidente (90%) podem permitir acúmulos, principalmente de folhas, semelhantes a pastos manejados com a altura preconizada como ideal (95% de IL).

Em trabalho conduzido concomitante a este estudo, Padilha (2013) verificou que os dados de produção e acúmulo de forragem também não apresentaram diferenças nos valores, em ambos os anos (2012 e 2013), nos pastos manejados com 15, 20 e 25 cm de altura. Segundo a autora, apesar da maior frequência de desfolhação e do maior número de ciclos de pastejo obtidos nos pastos manejados com 10 cm (Tabela 4) em 2012 e 2013, isso não foi suficiente para compensar as reduções na massa de forragem e nas taxas de acúmulo líquido de forragem quando comparado aos demais tratamentos. De acordo com Parsons e Penning (1988), a redução na produção de forragem pode ser explicada pela menor quantidade de componentes fotossintetizantes presentes no resíduo deste tratamento e também pelo menor período de rebrotação, uma vez que, maiores frequências de desfolhação implicam em menor tempo e vigor de rebrotação, o que resulta em pastos mais baixos e com menor massa de forragem. Os resultados são taxativos e mostram a possibilidade de se manejar pastos sob lotação intermitente com alturas inferiores aquelas correspondentes a 95% de IL, associadas à pastejos moderados (50% de severidade), sem prejudicar a produtividade e a qualidade dos pastos, permitindo uma flexibilidade da altura de manejo também para lotação intermitente.

A relação funcional entre altura dos pastos e a taxa dos processos (crescimento, senescência e acúmulo líquido) para 2012 e 2013 está representado nas Figuras 5 e 6, respectivamente. Na Figura 5 as equações utilizadas provêm das médias dos valores observados em 2012. Além disso, todas as equações geradas para 2012 foram polinomiais de ordem dois (quadrática). Para a taxa de crescimento de folhas a equação gerada foi:  $f = -40,6980 + 14,6136x + (-0,3208x^2)$ , com  $R = 0,9993$ ,  $r^2 = 0,9987$  e  $P < 0,0001$ . Para a taxa de senescência foliar a equação gerada foi representada por  $f = -5,3750 + 8,2180x + (-0,1784x^2)$ , com  $R = 0,9890$ ,  $r^2 = 0,9782$  e  $P < 0,0001$ . Para a taxa de acúmulo líquido de folhas a equação gerada foi representada por  $f = -35,3250 + 6,3960x + (-0,1424x^2)$ , com  $R = 0,9929$ ,  $r^2 = 0,9858$  e  $P < 0,0001$ .

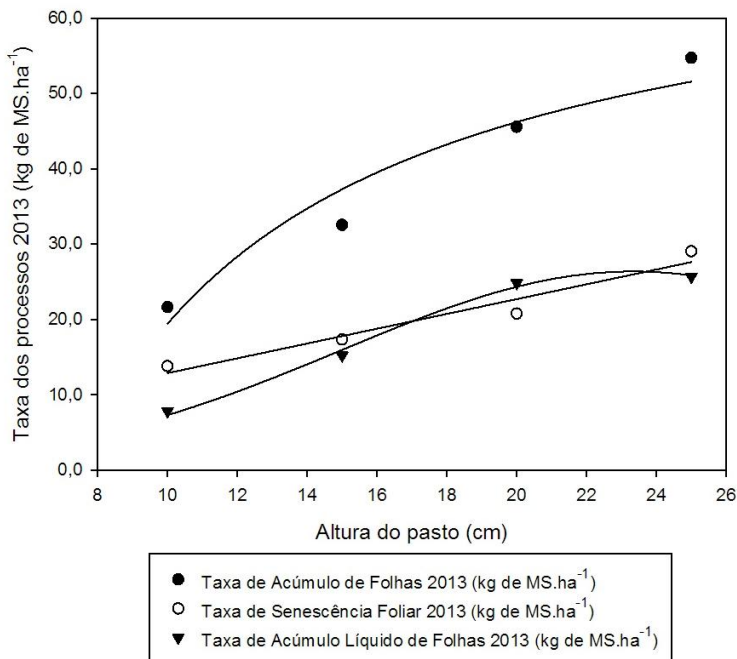
Figura 5 - Relação funcional entre a altura dos pastos de capim-quicuiuio e a taxa dos processos (crescimento, senescência e acúmulo líquido de folhas) em capim-quicuiuio submetidos a estratégias de pastejo sob lotação intermitente durante o verão e outono de 2012.



Na Figura 6 as equações utilizadas provêm das médias dos valores observados em 2013. Para a taxa de crescimento de folhas, a equação gerada foi uma função polinomial inversa de primeira ordem, sendo representada por  $f = 72,9614 + (-535,6185/x)$ , com  $R = 0,9698$ ,  $r^2 = 0,9404$  e  $P < 0,0001$ . Para a taxa de senescência foliar, a equação gerada foi uma função polinomial linear representada por  $f = 3,0330 + 0,9824x$ , com  $R = 0,9726$ ,  $r^2 = 0,9460$  e  $P < 0,0001$ . Por fim, para a taxa de acúmulo líquido de folhas a equação gerada foi uma função de Gauss com três parâmetros, sendo representada por  $f = 26,3480 * \exp. (-5 * (x - 23,3319) / 8,3115)^2$ , com  $R = 0,9974$ ,  $r^2 = 0,9949$  e  $P < 0,0001$ . As taxas de acúmulo líquido de folhas foram representadas por uma função de Gauss com três parâmetros pelo fato de ter ocorrido um pico de

produção de folhas nos pastos manejados com 20 cm tendendo a uma ligeira redução do crescimento nos pastos manejados com 25 cm.

Figura 6 - Relação funcional entre a altura dos pastos e a taxa dos processos (crescimento, senescência e acúmulo líquido de folhas) em capim-quicuído submetidos a estratégias de pastejo sob lotação intermitente durante o verão e outono de 2013.



As semelhanças produtivas dos pastos manejados principalmente com 20 e 25 cm de altura (90,5 e 95,5% de IL média, respectivamente) em pré-pastejo durante todo o período experimental (Figuras 5 e 6) sugerem que a lotação intermitente, desde que utilizadas desfolhações de 50% de severidade, permite uma amplitude de manejo que não prejudica o acúmulo líquido de folhas da mesma forma que em lotação contínua. Além disso, resultados apresentados por Barbosa et al. (2007) para o capim-tanzânia também mostraram que em lotação intermitente, as alturas de dossel interceptando menos de 95% da radiação incidente (90%) podem permitir acúmulos, principalmente de

folhas, semelhantes a pastos manejados com a altura preconizada como ideal (relacionadas a 95% de IL).

As relações funcionais entre as alturas do dossel e as taxas dos processos (Figuras 5 e 6, respectivamente) se assemelham ao trabalho clássico conduzido com pastagem mista de clima temperado sob lotação contínua por Bircham e Hodgson (1983). Esses mesmos autores identificaram que o azevém perene pode ser mantido em uma faixa de altura entre 3 a 8 cm, onde o acúmulo líquido se mantém relativamente constante, flexibilizando as tomadas de decisão na propriedade. Já Sbrissia (2004), trabalhando com planta de clima tropical (capim-marandu - *Brachiaria brizantha*) mantido em 10, 20, 30 e 40 cm por meio de lotação contínua e taxa de lotação variável, verificou que o acúmulo líquido de forragem foi maximizado quando os pastos foram mantidos entre as alturas de 20 a 40 cm no período de verão e entre 10 a 20 cm nos períodos mais frios e secos do ano. Avaliando o dossel forrageiro como sendo uma comunidade de perfilhos e que os processos dinâmicos de uma pastagem são dependentes dos processos ocorridos nestes indivíduos, os resultados do presente estudo indicam que para uma comunidade de plantas os métodos de pastejo podem ser meras denominações. Isto porque quando utilizadas desfolhas moderadas (em torno de 50% da altura em pré-pastejo) em lotação intermitente cada perfilho tem aproximadamente metade de sua altura removida. Esta proporção tem sido descrita na literatura como sendo aproximadamente a quantidade de um perfilho que é colhida por um bocado (BETTERIDGE et al., 1994; CANGIANO et al., 2012). Sendo assim, a severidade de desfolhação é semelhante entre os métodos de pastejo, e as diferenças entre eles ficariam por conta da frequência com que o pasto será desfolhado. Estes resultados ajudam a explicar porque a literatura não possibilita conclusões contundentes de qual método de pastejo permite maiores desempenhos ou produtividade, pois se manejados corretamente ambos os métodos fornecem severidades e frequências semelhantes. Desta forma, as vantagens obtidas para lotação contínua ou intermitente são meros resultados do manejo mais adequados adotado para um determinado método de manejo.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A hipótese proposta neste estudo é aceita e mostrou que as alturas do dossel (correlacionada com intercepções luminosas) como critério de manejo, apontam um ponto abaixo de 95% de IL que flexibiliza o manejo de plantas forrageiras de clima tropical também em lotação intermitente, quando utilizadas severidades de desfolhação em torno de 50% de severidade sem que prejudique o crescimento dos pastos e o acúmulo líquido de folhas.

A disponibilidade de fatores de crescimento, caracterizadas pelos padrões sazonais de temperatura e precipitação, e as estratégias de manejo do pastejo utilizadas neste estudo foram responsáveis por alterações morfológicas e fisiológicas importantes, determinantes do crescimento e desenvolvimento dos pastos de capim-quicuío. Assim, as variações na disponibilidade de água e temperatura durante 2013 afetaram de forma diferenciada as taxas de alongamento e aparecimento de folhas (Filocrono), a duração de vida, a senescência foliar, o número de folhas vivas, a densidade populacional de perfilhos e o comprimento de folhas e colmos + pseudocolmos em relação a 2012.

Em trabalho conduzido concomitante a este estudo, Padilha (2013) observou pequenas diferenças na composição química do estrato pastejável conforme as alturas do dossel, com maiores valores de proteína bruta (PB) registrados nos pastos manejados com 10 cm em relação aos demais tratamentos (15, 20 e 25 cm). O inverso ocorreu para os resultados de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), onde os maiores valores foram registrados nos pastos manejados mais altos (25 cm). Apesar disso, os resultados indicam que manter pastos manejados com 10 cm durante as estações de crescimento (principalmente no verão) pode ser prejudicial para a produtividade e persistência do capim-quicuío, uma vez que não há suficiente reposição de perfilhos para manter a população de plantas. Dada a duração do período experimental de apenas dois anos, não seria recomendável afirmar que pastos manejados com 10 cm teriam sua perenidade comprometida ao longo prazo. No entanto, observações visuais de unidades experimentais mostraram que pastos manejados em 10 cm apresentaram uma baixa habilidade competitiva, uma vez que havia sinais de invasão de plantas daninhas e pequenas áreas de solo descobertas já no segundo ano experimental, fato que não ocorreu para pastos manejados mais altos (20 e 25 cm de altura). Além disso, em outro trabalho conduzido concomitantemente a este estudo, Santos (2014) afirma que é possível manter pastos estáveis dentro de uma faixa

relativamente ampla de manejo sob lotação intermitente desde que associadas com níveis de desfolhação relativamente moderados (50%). No caso do capim-quicuiu, a estabilidade foi conseguida mantendo pastos entre 15 e 25 de cm de altura em pré-pastejo. Deve-se ressaltar que como não foram testados outros níveis de severidade de pastejo, não é possível afirmar se esta mesma flexibilidade seria conseguida com rebaixamentos acima ou abaixo de 50% da altura em pré-pastejo.

Apesar dos pastos manejados mais altos (20 e 25 cm) apresentarem menor DPP ao longo de todo o período experimental, as maiores taxas de alongamento foliar juntamente com altas taxas de aparecimento (filocrono), duração de vida das folhas e a ausência de diferenças significativas no acúmulo líquido de folhas nos pastos manejados com 20 e 25 cm durante o mesmo período indicam que pastos de capim-quicuiu possuem uma grande plasticidade no sentido de compensar a menor população de perfilhos em pastos mais altos com perfilhos grandes e mais pesados, além de maior acúmulo líquido de folhas. Por outro lado, pastos manejados mais baixos (10 e 15 cm) apresentaram maiores populações de perfilhos pequenos com taxas de alongamento foliar menores, além de menor comprimento de folhas e colmos.

Pastos manejados com 15 cm apresentaram mais semelhanças morfológicas com pastos manejados à 10 cm e devido as altas taxas de senescência presentes neste tratamento, as taxa de acúmulo líquido de folhas ficaram mais próximas do acúmulo líquido dos pastos manejados com 10 cm. Além disso, a relação funcional entre alturas do dossel e as taxas dos processos aqui apresentados para 2012 e 2013 mostram que existe amplitude de altura de pastejo em pastos submetidos à lotação intermitente, desde de que usadas desfolhações de 50%. Para o capim-quicuiu essa faixa de altura localiza-se a entre 20 e 25 cm (Figuras 5 e 6).

Os dados deste trabalho sugerem que alturas a partir de 60% (15 cm) da altura considerada ideal para início de pastejo em capim-quicuiu (25 cm e/ou 95% de IL) possuem produções líquidas de forragem que não prejudicam o crescimento e desenvolvimento dos pastos de capim-quicuiu (Figuras 5 e 6), demonstrando haver uma amplitude de manejo do pastejo relativamente grande em pastos submetidos a lotação intermitente. No entanto, mais estudos devem ser direcionados a fim de se conhecer melhor qual a altura exata a partir da qual as taxas de acúmulo líquido de folhas começam a se manter constantes. Dessa forma, como estudos futuros sugere-se que outras hipóteses sejam

testadas, dentre elas, a utilização de uma única severidade de desfolha (i.e 40, 50 e/ou 60% da altura inicial), que pode ser considerada ideal, a partir da redução do intervalo entre pastejos sem prejudicar o crescimento e desenvolvimento dos pastos e obter taxas máximas de acúmulo líquido de folhas. Deve ser testada também a possibilidade da existência dessa amplitude de altura de pastejo para plantas de clima temperado.



## **8 CONCLUSÃO**

Pastos de capim-quicuío podem ser manejados em uma faixa relativamente ampla de manejo no verão sob lotação intermitente sem redução de sua capacidade produtiva. Os dados do presente experimento sugerem que os mesmos possam ser manejados entre 20-25 cm de altura de entrada (90 e 95% de IL), desde que associados com 50% de severidade de desfolhação.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANSLOW, R. C. The rate of appearance of leaves on tillers of the *gramineae*. **Herbage Abstract**, v. 36, n. 3, p. 149-155, 1966.

ASSEF, L. C. *Pennisetum clandestinum*, gramínea pouco estudada no Brasil. **Boletim da Indústria animal**, Nova Odessa, v. 58, n. 2, p. 215-229, 2001.

BARBOSA, R. A. et al. Características morfogênicas e acúmulo de forragem do Capim - Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em dois resíduos forrageiros pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 583-593, 2002.

BARBOSA, R. A. Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a frequências e intensidade de pastejo. 2004, 100p. **Tese (Doutorado em Zootecnia)**, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, Orientador: Domício do Nascimento Júnior.

BARBOSA, R. A. et al. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 42, n. 3, p. 329-340, 2007.

BARBOSA, R. A. et al. Morphogenic and structural characteristics of guinea grass pastures submitted to three frequencies and two defoliation severities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 947-954, 2011.

BARTHAM, G. T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: BIENNIAL REPORT, Penicuik. **Anais**. Penicuik: Hill Farming Research Organization FRO, p. 29-30. 1985.

BRANDES, D. Efeito da idade do rebrote sobre a distribuição estacional e qualidade do capim quicuío. (*Pennisetum clandestinum* Hochst). In: 22ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Balneário de Camboriú, 1985. **Anais...** Balneário de Camboriú, SBZ, 1985. p 262.

BEN-HAJ-SALAH, H.; TARDIEU, F. Temperature Affects Expansion Rate of Maize Leaves without Change in Spatial Distribution of Cell Length. **Plant Physiology**, v. 109, p. 861-870, 1995.

BETTERIDGE, K. et al. Rate of removal of grass from mixed pastures by cattle, sheep and goat grazing: **Proceedings of the 56th New Zealand Grassland Association**, Hamilton, New Zealand, p. 61-65, 1994.

BIRCHAM, J. S.; HODGSON, J. The influence sward conditions on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, v. 39, p. 323-331, 1983.

BONHOMME, R. Bases and limits to using 'degree-day' units. **European Journal of Agronomy**, v. 13, p. 1-10, 2000.

BRAGA, H. J.; GHELLRE, R. Proposta de diferenciação climática para o Estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11 E REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1999. Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: SBA, 1999. CD-ROM.

BRISKE, D. D.; HEITSHMIDT, R. K. An ecological perspective. In: HEITSHMIDT, R. K.; STUTH, J. W. (Ed.). **Grazing management: an ecological perspective**. Portland: Timber Press, 1991. p. 11-26.

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

BROUGHAM, R. W. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 9, p. 39-52, 1958.

BUENO, A. A. O. Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente. Piracicaba, SP, 2003. **Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens)**.

Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

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, 2012.

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

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.

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.

CHIESA, A. P. R. Influência da idade de rebrota sobre o potencial nutricional do feno de quicuiu (*Pennisetum clandestinum*) consumido por ovinos. Santa Maria, RS, 2007. Dissertação (**Mestrado em Zootecnia – Produção Animal/Nutrição de Ruminantes**). Universidade Federal de Santa Maria: Centro de Ciências Rurais.

CORSI, M. et al. Bases para o estabelecimento do manejo de pastagens de braquiária. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 11. Piracicaba, 1994. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 249-266.

CORSI, M. et al. Princípios do manejo do capim-elefante sob pastejo. In: PEIXOTO, A. M. et al. (eds.) **Pastagens de capim-elefante – Utilização intensiva**. FEALQ, Piracicaba – SP, p. 51-67, 1996.

CORSI, M. et al. Tendências e perspectivas da produção de bovinos em pastejo. In: PEIXOTO, A. M.; PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Eds.) Simpósio sobre manejo da pastagem 17., Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 03-69.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** (2004). Brasil: Porto Alegre, 394p.

DALL'AGNOL, M. et al. Produção de forragem de capim elefante sob clima frio: curva de crescimento e valor nutritivo. **Revista Brasileira de Zootecnia.** Viçosa, MG, v. 33, n. 5, p. 1110-1117, 2004.

DALE, J. E. Some effects of temperature and irradiance on growth of the first four leaves of wheat, *Triticum aestivum*. **Annals of botany**, Oxford, v. 50, p. 851-858, 1982.

DA SILVA, S. C. Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. In: Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004, p. 347.

DA SILVA, S. C.; CARVALHO, P. C. F. Foraging behavior and herbage intake in the favorable tropics/sub-tropics. In: McGILLOWAY, D. A. (Org.). **Grassland: a Global Resource.** Wageningen: Wageningen Academic Publ. 2005. p. 81-95.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO J. R. 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.

DA SILVA, S. C. et al. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. mombaça subjected to rotational stoking managements. **Science Agriculture** (Piracicaba, Brazil), v. 66, n. 1, p. 8-19, 2009.

DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **Journal of Agricultural Science**, London, v. 82, p. 165-172, 1974.

DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **Journal Agriculture Science.** (Cambridge) v. 82, p. 165-172, 1974. DAVIES, A. The regrowth of grass swards. In: JONES,

M. B.; LAZEMBY, A. (Eds.). **The Grass Crop**. London: Chapman and Hall, 1988. p. 85-127.

DELAGARDE, R. et al. Vertical distribution of biomass, chemical composition and pepsin-cellulase digestibility in a perennial ryegrass sward: interaction with month of year, regrowth age time of day. **Animal Feed Science and Technology**, v. 84, p. 49-68, 2000.

DIFANTE, G. S. et al. Características morfológicas e estruturais do capim-Marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 955- 963, 2011.

DURAND, J. L. et al. Interspecific variability of plant water status and leaf morphogenesis in temperate forage grasses under summer water deficit. **European Journal Agronomy**. v. 7, p. 99-107, 1997.

DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a Cocksfoot tiller. Effect of nitrogen and cutting regime. **Annals of Botany**, Oxford, v. 85, p. 645-653, 2000a.

DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, London, v. 85, p. 635-643, 2000b.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ed. Rio de Janeiro. Embrapa Solos, 2006, 312 p.

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

FOURNIER, C. et al. A functional-structural model of elongation of the grass leaf and its relationships with the phyllochron. **New Phytologist**, Lancaster, v. 166, p. 881-894, 2005.

FRANK, A. B.; BAUER, A. Phyllochron differences in wheat, barley, and forage grasses. **Crop Science**, v. 35, p. 19-23, 1995.

FRAME, J.; LAIDLAW, A. S. Sward Growth and Development. In.: FRAME, J.; LAIDLAW, A.S. **Improved Grassland Management**, Crowood, p. 181-196, 2011.

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

FONTANELLI, R. S. et al. Gramíneas perenes de verão In: **Forrageiras para integração lavoura-pecuária na região sul - brasileira**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p.199 – 238, cap. 11, 2009.

GARCEZ NETO, A. F. Respostas morfogênicas e produção de Panicum maximum cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. 2001. 70p. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** - Universidade Federal de Viçosa, MG: UFV.

GASTAL, F.; BELANGER, G.; LEMAIRE, G. A model of the extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. **Annals of Botany**, Oxford, v. 70, p. 437-442, 1992.

GIACOMINI, A. A. et al. Growth of marandu palisade grass subjected to strategies of intermittent stocking. **Scientia Agricola**, v. 66, p. 733-741, 2009.

GOMIDE, J. A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Viçosa, MG, 1997., **Anais...** Viçosa, p. 411-430, 1997.

GOMIDE, J. A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Viçosa, MG, 1997., **Anais...** Viçosa, p. 411-430, 1997.

GONÇALVES, A. C. Características morfogênicas e padrões de desfolhação em pastos de capim-Marandu submetidos à regimes de lotação contínua. 124p. **Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens)**. Piracicaba, Universidade de São Paulo.

GRANT, S. A. et al. Comparison of herbage production under continuous stocking and intermittent grazing. **Grass and Forage Science**, v. 43, n. 5, p. 29-39, 1988.

HERNÁNDEZ-GARAY, A.; MATTHEW, C.; HODGSON, J. Tiller size/ density compensation in perennial ryegrass miniature swards subject to differing defoliation heights and a proposed productivity index. **Grass Forage Science**. v. 54, p. 347-356, 1999.

HODGSON, J. Sward conditions, herbage allowance and animal production: an evaluation of research results. In: **Proceedings of New Zealand Grassland Society**, v. 44, p. 99-104, 1984.

HODGSON, J. **Grazing Management: Science Into Practice**. New York: John Wiley & Sons. 203p. 1990.

HODGSON, J.; DA SILVA, S. C. Options in tropical pasture management. In: BATISTA, S. B. P.; BARBOSA, M. V. F.; SANTOS.; FERREIRA, L. M. C. (Eds.) REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002. (Brazilian Society of Animal Production), **Proceedings...Recife, Brazil, 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**, Madison, v. 18, p. 715-719, 1978.

HUNT, L. A. Some implications of death and decay in pasture production. **Journal of the British Grassland Society**, v. 20, p. 27-31, 1965.

KING, J.; SIM, E.; GRANT, S. A. Photosynthetic rate and carbon balance of grazed ryegrass pastures. **Grass and Forage Science**, v.39, p.81-92, 1984.

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



KORTE, C. J. et al. Effects of the timing and intensity of spring grazings on reproductive development, tillering, and herbage production of perennial ryegrass dominated pasture. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 27, p. 135-149, 1984.

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

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over 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.

LUDLOW, M. M. Stress physiology of tropical pasture plants. **Tropical Grassland**, v. 14, n. 3, p. 136-145, 1980.

MATTHEW, C. et al. A modified self-thinning equation to describe size/density relationships for defoliated swards. **Annals of Botany**, v. 76, n. 6, p. 579-587, 1995.

MATTHEW, C. et al. Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIER, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; NABINGER, C. (Ed.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Wallingford: CABI Publishing, 2000, p. 127-150.

MEARS, P. T. Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) as a pasture grass. A review. **Tropical Grasslands**, Melbourne, v. 4, p. 139-152, 1970.

MITIDIERI, J. **Manual de gramíneas e leguminosas para pastos tropicais**. São Paulo: Nobel Editora, 1983. 198p.

MONTAGNER, D. B. Morfogenese e acúmulo de forragem em capim-mombaça submetido a intensidades de pastejo rotativo. 2007, 60p. **Tese (Doutorado em Zootecnia)**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. Orientador: Domício do Nascimento Júnior.

MORALES, A. S. et al. Efeito da disponibilidade hídrica sobre a morfogenese e a repartição de assimilados em *L. corniculatus* L. cv. São

Gabriel. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34. 1997., Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 124-126.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: 14º SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 213-251.

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. do. **Informações sobre plantas forrageiras.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1981. 56 p.

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; ADESE, B. Acúmulo de biomassa na pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DE PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004. p. 289-346.

NELSON, C. J. Shoot morphological plasticity of grasses: leaf growth vs. tillering. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Eds.) **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology:** Cab International, p. 101-126, 2000.

PACIULLO, D. S. C. et al. Morfogênese e acúmulo de biomassa foliar em pastagem de capim-elefante avaliada em diferentes épocas do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 7, p. 881-887, 2002.

PADILHA, D. A. Acúmulo de forragem e composição química em pastos de capim-quicuí submetidos a estratégias de lotação intermitente. Lages, 2013, 62p. Dissertação (**Mestrado em Ciência Animal**). Universidade do Estado de Santa Catarina.

PALHANO, A. L. et al. Estrutura da Pastagem e Padrões de Desfolhação em Capim-Mombaça em Diferentes Alturas do Dossel Forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n. 6, p. 1860-1870, 2007.

PARSONS, A. J.; ROBSON, M. J. Seasonal changes in the physiology of S24 perennial ryegrass. 2. Potential leaf extension to temperature during the transition from vegetative to reproductive growth. **Annals of Botany**, London, v. 46, p. 435-444, 1980.

PARSONS, A. J. et al. The physiology of grass production under grazing. 2. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously-grazed swards. **Journal of Applied Ecology**, v. 20, n. 1, p. 127-139, 1983.

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

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, n. 1, p. 49-59, 1988b.

PARSONS, A. J.; JOHNSON, I. R.; WILLIAMS, J. H. H. Leaf age structure and canopy photosynthesis in rotationally and continuously grazed swards. **Grass and Forage Science**, v. 43, n. 1, p. 1-14, 1988.

PARSONS, A. J.; CHAPMAN, H. D. F. The principles of pasture growth and utilization. In: Hopkins A. (ed.) *Grass: Its Production and Utilization*, 3<sup>o</sup> ed. Oxford: Blackwell Science for the British, **Grassland Society**, p. 31-89, 2000.

PEDREIRA, J. V. S; MATTOS, H. B. Crescimento estacional de vinte e cinco espécies ou variedades de capins. **Boletim de Indústria Animal**, v. 38, p. 117-143, 1981.

PÉREZ-PRIETO, L. A.; DELAGARDE, R. Meta-analysis of the effect of pregrazing pasture mass on pasture intake, milk production, and grazing behavior of dairy cows strip-grazing temperate grasslands. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 9, p. 5317-5330, 2012.

PRIOUL, J. L.; BRANGEON, J.; REYSS, A. Interaction between external and internal conditions in the development of photosynthetic features in a grass leaf. I. Regional responses along a leaf during and after low-light or high-light acclimation. **Plant Physiology**, v. 66, p. 762-769, 1980a.

PRIOUL, J. L.; BRANGEON, J.; REYSS, A. Interaction between external and internal conditions in the development of photosynthetic features in a grass leaf. II. Reverseability of light-induced responses as a function of developmental stages. **Plant Physiology**, v. 66, p. 770-774, 1980b.

PUPPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1985. 343 p.

ROBSON, M. J.; RYLE, G. J. A.; WOLEDGE, J. The grass plant – its form and function. In: **The grass crop: the physiological basis of production**. London: Chapman and Hall, 1988, p. 25-83.

SANTOS, P. M. Controle do Desenvolvimento das Hastes no Capim Tanzânia: Um Desafio. 2002. 98p. Tese (**Doutorado em Ciência Animal e Pastagens**), Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP. Orientador: Sila Carneiro da Silva.

SANTOS, G. T. Dinâmica e Compensação Tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-quicuiu sob lotação intermitente. Lages, 2014, 87p. Tese (**Doutorado em Produção Vegetal**). Universidade do Estado de Santa Catarina.

SAS INSTITUTE. **Language guide**: version 8.02. Cary, 1996. 530p.

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

SBRISSIA, A. F.; SILVA, S. C. da. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **A produção animal na visão dos brasileiros**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 731-758.

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.

SMETHAM, M. L. The management of pastures for grazing. **Outlook on Agriculture**, v. 24, n. 3, p. 167-177, 1995.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 3. ed., 2004. 719p.

TRINDADE, J. K. et al. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, Distrito Federal, v. 42, n. 6, p. 883-890, 2007.

YODA, K. et al. Intraspecific competition among higher plants. XI Selfthinning in overcrowded pure stands under cultivate and natural conditions. **Journal of Osaka City University Institute of Polytechnics**, v. 14, p. 107-129, 1963.

VAN ESBROECK, G. A; HUSSEY, M. A; SANDERSON, M. A. Leaf appearance rate and final leaf number of switch grass cultivars. **Crop Science**, v. 37, p. 864-870, 1997.

VOLTOLINI, T. V. et al. Características produtivas e qualitativas do capim-elefante pastejado em intervalo fixo ou variável de acordo com a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 121-127, 2010.

WILHELM, W. W; MCMASTER, G. S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, Stanford, v. 35, n. 1, p. 1-3, 1995.

WILSON, R. E; LAIDLAW, A. S. The role of the sheath tube in the development of expanding leaves in perennial ryegrass. **Annals of Applied Biology**, v. 106, p. 385-391, 1985.

ZANINE, A. M. et al. Características estruturais e acúmulo de forragem em capim-tanzânia sob pastejo rotativo. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 33, n. 11, p. 2364-2373, 2011.

ZANINI, G. D. et al. Distribuição de colmo na estrutura vertical de pastos de capim-Aruana e azevém anual submetidos a pastejo intermitente por ovinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 5, 2012.

ZANINI, G. D. et al. Frequencies and intensities of defoliation in Aruana Guineagrass swards: morphogenetic and structural characteristics. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 8, p. 1848-1857, 2012a.

ZANINI, G. D. et al. Frequencies and intensities of defoliation in Aruana Guineagrass swards: accumulation and morphological composition of forage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 4, p. 905-913, 2012b.