

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**METAS DE MANEJO PARA SORGO FORRAGEIRO BASEADAS EM  
ESTRUTURAS DE PASTO QUE MAXIMIZEM A TAXA DE INGESTÃO**

LIDIANE FONSECA  
Eng. Agrônoma/UTFPR

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de  
Mestre em Zootecnia.  
Área de Concentração Plantas forrageiras

Porto Alegre (RS), Brasil  
Fevereiro de 2011

CIP - Catalogação na Publicação

Fonseca, Lidiane

Metas de manejo para sorgo forrageiro baseadas em estruturas de pasto que maximizem a taxa de ingestão / Lidiane Fonseca. -- 2011.

177 f.

Orientador: Paulo César de Faccio Carvalho.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2011.

1. Estrutura do pasto. 2. Relações planta-animal. 3. Taxa de ingestão. 4. Sorghum bicolor. I. de Faccio Carvalho, Paulo César, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

## FOLHA DE HOMOLOGAÇÃO

LIDIANE FONSECA  
Engenheira Agrônoma

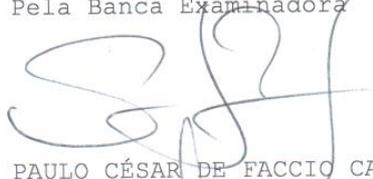
### DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de

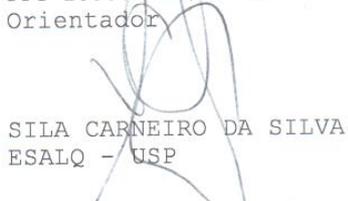
### MESTRE EM ZOOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 28.02.2011  
Pela Banca Examinadora



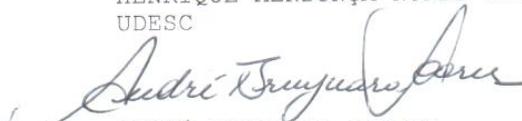
PAULO CÉSAR DE FACCIO CARVALHO  
PPG Zootecnia/UFRGS  
Orientador



SILA CARNEIRO DA SILVA  
ESALQ - USP



HENRIQUE MENDONÇA NUNES RIBEIRO FILHO  
UDESC



ANDRÉ BRUGNARA SOARES  
UTFPR

Homologado em: 29.06.2011  
Por



CARLOS NABINGER  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia



PEDRO ALBERT SELBACH  
Diretor da Faculdade de  
Agronomia

*O mestre disse a um dos seus alunos: queres saber em que consiste o conhecimento? Consiste em ter consciência tanto de conhecer uma coisa quanto de não a conhecer. Este é o conhecimento.*

Confúcio

*Muitas das grandes realizações do mundo foram feitas por homens cansados e desanimados que continuaram trabalhando.*

Kleber Novartes

## DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação ao meu marido Jean Carlos por  
todo o carinho, compreensão e apoio  
Aos meus pais *Lidia* e *Garibaldi* pelo apoio incondicional  
em todas as horas  
Ao meu irmão *Juliano*, pelo companheirismo de sempre

## AGRADECIMENTOS

O convívio no GPEP está sendo algo muito gratificante pra mim, e as pessoas que conheci neste grupo não são simplesmente colegas de pós graduação, mas sim grandes amigos. Agradeço ao Paulo, por ser uma pessoa incrível, extremamente acessível, obrigada por todo o ensinamento, dedicação e pela amizade. À Lone pela atenção de sempre. Aos demais professores do departamento de forrageiras. Ao Julio Galli pela coorientação, amizade e pelo apoio na minha estadia em Rosário. Aos funcionários da EEA, por todo apoio na realização do experimento. Aos estagiários, em especial Ricardo Filho e Ricardo Garcia, que foram muito importantes na realização da primeira fase. Aos amigos de todas as horas, Glaucia, Carol, Diego, Eduardo, Mônica, Armindo, Jean (Zina), Jean (amor) foram tantos dias convivendo na Cabanha Sovéu curto, obrigada pelo apoio incondicional e amizade verdadeira. Aos outros amigos do departamento, Cris, Francine, Mari, Thais, Taise, Jean Fedrigo (tocaio), Julio (ou hulio), Veleda, Stefani, Fernanda, obrigada a todos pela amizade. Antes que eu me esqueça, obrigada a Cris Genro pelo Micha, que me alegrou tanto agora na finaleira. Obrigada muito sincero a minha equipe de apoio, Carol (menina gênio) e Jean (louquinho dos cálculos malucos, que eu amo), vocês dois são a melhor equipe de apoio que poderia ter, trabalhando as vezes até como psicólogos. Agradeço também ao Jean pela ajuda braçal no experimento, não foi a melhor páscoa da nossa vida, mas que foi divertido foi né amor??!! Quero agradecer, também, as meninas Zebuzinha, cascudinha, miluca e mesmo tendo me encomodado um pouco a narizinho também.

Agradeço ao professor André por ter me ensinado a gostar de forrageira, você teve grande participação na minha opção de fazer mestrado. Agradeço também aos outros membros da banca: Henrique e Sila que se dispuseram a avaliar o trabalho.

Ao CNPq pela concessão da bolsa.

E, Quero agradecer de modo muito especial, a minha família, Pai, mãe e Juliano, muito obrigada por serem essa família maravilhosa que são, sabem que no decorrer desse trabalho não tive muito tempo pra vocês, mas sempre estiveram em meus pensamentos. Ao Jean, agradeço agora na condição de namorada (no primeiro ano) e posteriormente esposa, obrigada por ter me aturado mesmo quando eu ficava muito estressada, vocês têm grande participação na realização deste trabalho te amo muito.

Enfim, o meu sincero MUITO OBRIGADA à todos que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho.

# METAS DE MANEJO PARA SORGO FORRAGEIRO BASEADAS EM ESTRUTURAS DE PASTO QUE MAXIMIZEM A TAXA DE INGESTÃO <sup>1</sup>

Autora: Lidiane Fonseca

Orientador: Paulo César de Faccio Carvalho

## Resumo

O presente trabalho foi conduzido na EEA/UFRGS entre dezembro de 2009 e abril de 2010, e constituído por dois experimentos. Os tratamentos do experimento 1 (determinação da altura de entrada) consistiram de seis alturas de pasto (30, 40, 50, 60, 70 e 80 cm). No experimento 2 foram determinados níveis de rebaixamento do pasto em função da altura de entrada definida no experimento 1, sendo os tratamentos referentes a 16, 33, 50, 67 e 84% de rebaixamento da altura pré-pastejo. O delineamento utilizado, em ambos os experimentos, foi o de blocos completos casualizados, com duas repetições no experimento 1 e três repetições para o experimento 2. Foram utilizadas 4 novilhas com idade e peso médio de  $24 \pm 2$  meses e  $306 \pm 56,7$  kg para o experimento 1. Três desses animais foram utilizados para o experimento 2, na ocasião com  $26 \pm 2$  meses e  $339 \pm 45,5$  kg. A determinação da taxa de ingestão baseou-se na metodologia de dupla pesagem. Para a determinação dos padrões comportamentais os animais foram equipados com aparelho registrador de movimentos mandibulares, denominado IGER-Behaviour recorder. No pasto foram realizadas medições de alturas pré- e pós-pastejo e amostragens para caracterização da massa de forragem pré-pastejo e distribuição vertical dos componentes morfológicos do pasto. Amostras para a caracterização da massa de forragem pós-pastejo foram obtidas para o experimento 2. Os resultados demonstraram que a taxa de ingestão dos animais no experimento 1 responde de forma quadrática em relação às alturas. A massa do bocado é reduzida em estruturas a partir de 50 cm de altura. Da mesma forma a taxa de bocados apresentou comportamento quadrático nas distintas alturas. Concluiu-se desse experimento que a altura que proporciona a melhor estrutura de pasto para pastejo encontra-se próxima a 50 cm. No experimento 2 encontrou-se que a taxa de ingestão, a massa de bocados e a taxa de bocados são constantes até o rebaixamento de 40% da altura pré-pastejo ótima. Desse conjunto de resultados originam-se metas de estruturas de pasto que permitem orientar o manejo visando obter elevados níveis de ingestão de forragem, quais sejam, altura ótima de pastejo até 50 cm e o nível de rebaixamento, no caso do método de pastejo com lotação intermitente, não deve ultrapassar 40%.

Palavras-chave: altura do pasto, métodos de pastejo, *Sorghum bicolor.*, consumo

---

<sup>1</sup> Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Plantas forrageiras, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (189p.) Fevereiro de 2011.

# MANAGEMENT TARGETS FOR SORGHUM BASED ON SWARD STRUCTURES THAT MAXIMIZE INTAKE RATE<sup>1</sup>

Author: Lidiane Fonseca

Adviser: Paulo César de Faccio Carvalho

## Abstract

This study was conducted at the EEA / UFRGS from December 2009 to April 2010 and consisted of two experiments. The treatments of experiment 1 (determination of pre-grazing canopy height) consisted of six canopy heights (30, 40, 50, 60, 70 and 80 cm). At experiment 2, percentages of grazing down according to pre-grazing sward height defined at experiment 1 were determined, being treatments related to the grazing down of 16, 33, 50, 67 and 84% of pre-grazing canopy height. The experimental design used in both experiments was a completely randomized block design, with two replicates in experiment 1, and three replicates in experiment 2. Four heifers ageing  $24 \pm 2$  months and mean weight of  $306 \pm 56.7$  kg were used for experiment 1. Three of these animals were used for experiment 2, at that time with  $26 \pm 2$  months and  $339 \pm 45.5$  kg. The determination of short-term intake rate was based on double weighting technique; for the determination of behavioral patterns, the animals were fitted with a jaw movement automatic recorder, known as IGER Behaviour Recorder. In pasture, measurements of pre- and post-grazing sward height and samplings were proceeded to characterize the pre-grazing forage mass and the vertical distribution of its morphological components. Samples for the characterization of the post-grazing forage mass were also taken in experiment 2. The results showed that the intake rate of animals in experiment 1 have a quadratic respond in relation to the canopy heights. The bite weight fit to a broken line equation, being reduced from 50 cm. The biting rate, in turn, showed a quadratic response along different canopy heights. This experiment defined the canopy height, which provides the best sward structure is around 50 cm. At the experiment 2 the grazing down protocol demonstrated that intake rate, bite weight and biting rate are constant until the depletion of 40% of the optimal pre-grazing canopy height. From these set of results, sward targets are originated and allow for the orientation of management goals aiming to obtain high levels of intake rate. Therefore optimum grazing height around 50 cm, and the rate of grazing down in the case of rotational grazing should not exceed 40%.

Key words: canopy height, grazing methods, *Sorghum bicolor.*, consumption

---

<sup>1</sup> Máster of Science Dissertation in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil (189p.) Fevereiro, 2011

## SUMÁRIO

<b>1. CAPITULO I</b> .....	<b>15</b>
1.1 Introdução.....	1
1.2 Modelo conceitual.....	5
1.3 Hipótese e objetivos .....	7
1.3.1 Hipótese: .....	7
1.3.1 Objetivos: .....	7
1.4 Revisão bibliográfica .....	8
1.4.1 Influência da estrutura do pasto no processo de ingestão dos animais	8
1.4.2 Resposta funcional da taxa de ingestão, disponibilidade de forragem e estrutura do pasto.....	11
1.4.3 Estratégias de ingestão no método de pastejo com lotação intermitente .....	15
1.4.3.1 Estratégias de ingestão no método de pastejo com lotação intermitente - Pastejo em horizontes .....	16
<b>2. CAPITULO II</b> .....	<b>19</b>
<b>Estruturas de pasto em sorgo forrageiro: construindo metas de manejo pela maximização da taxa de ingestão .....</b>	<b>19</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>21</b>
2. Material e métodos .....	23
2.1. Área e preparo experimental .....	23
2.1. Tratamentos .....	23
2.3. Medições no pasto .....	24
2.4. Medições nos animais .....	25
2.5. Análise estatística.....	26
3. Resultados.....	27
3.1 Experimento 1 .....	27
3.2 Experimento 2 .....	30
4. Discussão .....	32
4.1. Estrutura ideal para pastejo: Experimento 1 .....	33
4.2. “Depleção sem depressão”: Experimento 2.....	35
6. Referências .....	37
<b>3. CAPITULO III</b> .....	<b>42</b>
<b>Relações planta-animal em sorgo forrageiro sob diferentes alturas de pasto e níveis de rebaixamento .....</b>	<b>42</b>
1. Introdução.....	44
2. Material e Métodos .....	46
2.1 Local área e período experimental .....	46
2.2 Animais.....	47
2.3 Tratamentos .....	47
2.4 Medições no pasto .....	48
2.5 Medições nos animais .....	49
2.6 Análises estatísticas .....	50

3. Resultados.....	51
3.1 Experimento 1 .....	51
3.2 Experimento 2 .....	55
4. Discussão .....	57
4.1 Influências de diferentes alturas do pasto no processo de colheita.....	57
4.2 Mudanças no processo de colheita no decorrer do rebaixamento do pasto .....	61
5. Conclusões.....	65
6. Referências .....	65
<b>4.CAPITULO IV .....</b>	<b>71</b>
<b>O pastejo por horizontes: detectando características estruturais do pasto que determinam alterações no padrão de ingestão de novilhas em sorgo forrageiro .....</b>	<b>71</b>
1. Introdução.....	73
2. Material e Métodos .....	75
2.1 Medições no pasto .....	75
2.2 Medições nos animais .....	76
2.3 Análises estatísticas .....	78
3. Resultados.....	79
4. Discussão .....	83
5. Conclusões.....	88
6. Referências .....	88
<b>5.CAPITULO V .....</b>	<b>93</b>
<b>5.1 Considerações finais .....</b>	<b>93</b>
5.1 Considerações Finais .....	94
5.1.1 A importância de entender as relações de causa efeito - redirecionamento das pesquisas científicas .....	96
<b>6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>99</b>
<b>7.APÊNDICES .....</b>	<b>104</b>
<b>8.VITA.....</b>	<b>177</b>

## RELAÇÃO DE TABELAS

### **Capítulo II - Estruturas de pasto em sorgo forrageiro: construindo metas de manejo pela maximização da taxa de ingestão**

Tabela 1: Altura do pasto pré e pós-pastejo; massa de forragem (MF), massa seca de lâminas foliares (MSLF) e massa seca de colmos+bainhas (MSCB) em pastos de sorgo forrageiro pastejados por novilhas na condição de pré-pastejo ..... 27

Tabela 2: Porcentagem de rebaixamento; altura do pasto pré e pós-pastejo; massa de forragem total pré-pastejo (MFT), MFT em pé e danificada pós-pastejo; massa seca de lâminas foliares (MSLF) e massa seca de colmos+bainhas (MSCB) pré e pós-pastejo em função de níveis de rebaixamento de pastos de sorgo forrageiro por novilhas em pastejo ..... 31

### **Capítulo III - Relações planta-animal em sorgo forrageiro sob diferentes alturas de pasto e níveis de rebaixamento**

Tabela 1: Densidade volumétrica da massa total de colmos+bainhas e das lâminas foliares por estrato, segundo alturas de pré-pastejo em pastos de sorgo ..... 53

## RELAÇÃO DE FIGURAS

### **Capítulo I – Introdução e revisão bibliográfica**

Figura 1: Modelo conceitual proposto para esta dissertação de mestrado, com as principais variáveis envolvidas no processo de ingestão de animais em pastejo (Adaptado de Baumont et al., 2004 e Benvenuti & Gordon, 2006) ..... 6

Figura 2: Curvas de respostas funcionais possíveis relacionando a taxa de ingestão de forragem com a disponibilidade de forragem (Drescher, 2003) .... 25

Figura 3: Relação entre a abundância de forragem e o consumo de animais em pastejo. As curvas A, B, e C indicam que é possível se observar diferentes níveis de consumo para uma mesma altura, MF ou índice de área foliar por diferenças na arquitetura ou qualidade intrínseca das plantas ou mesmo com animais de diferentes condições corporais e potenciais genéticos (Carvalho et al., 2000). ..... 26

Figura 4. Representação do processo de pastejo por horizonte do pasto (Baumont et al., 2004)..... 29

### **Capítulo II - Estruturas de pasto em sorgo forrageiro: construindo metas de manejo pela maximização da taxa de ingestão**

Figura 1: Componentes morfológicos na estrutura vertical de pastos de sorgo forrageiro em função da altura ..... 39

Figura 2: Densidades de folha e de colmos+bainhas nos diferentes estratos de pastos de sorgo forrageiro pastejado por novilhas em distintas alturas..... 40

Figura 3: Taxa de ingestão de matéria seca em função da altura de pastos de sorgo forrageiro pastejados por novilhas ..... 41

Figura 4: Taxa de ingestão de matéria seca por novilhas em função de níveis de rebaixamento de pastos de sorgo forrageiro..... 43

### **Capítulo III - Relações planta-animal em sorgo forrageiro sob diferentes alturas de pasto e níveis de rebaixamento**

Figura 1: Altura real, distribuição da proporção dos componentes da massa de forragem (MF), sendo eles: lâminas foliares, colmo+bainha e material morto. 63

Figura 2: Massa do bocado em função de alturas de pré-pastejo em pastos de sorgo forrageiro..... 65

Figura 3: Taxa de movimentos mandibulares totais; Taxa de bocados e taxa de movimentos mandibulares de não bocados em função de alturas de pré-pastejo em pastos de sorgo forrageiro ..... 66

Figura 4: (a) Massa do bocado e (b) taxa de bocados em função de níveis de rebaixamento de pastos de sorgo forrageiro ..... 67

Figura 5: (a) Movimentos mandibulares totais (MMT) por grama de MS preendida e (b) taxa de movimentos de não bocados em função de níveis de rebaixamento de pastos de sorgo forrageiro ..... 68

Figura 6: Densidade de colmos no estrato pastejado em função da altura do pasto de sorgo forrageiro. .... 71

#### **Capítulo IV - Mudanças na estrutura do pasto em diferentes proporções de rebaixamento no método de pastejo com lotação intermitente com sorgo forrageiro**

Figura 1: Altura média do pasto em função da altura a ser rebaixada, medida ao longo do rebaixamento do pasto de sorgo forrageiro ..... 90

Figura 2: Proporção de toques em área não pastejada (a) colmos + bainhas (b) em função da porcentagem da altura inicial do pasto de sorgo forrageiro ..... 91

Figura 3: Proporção de folhas (a) e colmos (b) na massa de forragem do resíduo pós pastejo em função dos níveis de rebaixamento do pasto de sorgo forrageiro ..... 92

Figura 4: Taxa de ingestão de forragem em função da proporção da área inicial não pastejada ..... 93

Figura 5: Diferença entre a altura relativa do pasto observada e as alturas teóricas calculadas a partir da área e profundidade de bocados propostas por (a) Illius e Gordon (1987) e (b) por Laca et al. (1992) em função dos níveis de rebaixamento do pasto de sorgo forrageiro ..... 94

#### **Capítulo V - Considerações finais**

Figura 5: Relação entre altura do pasto e taxa de ingestão de matéria seca em diferentes níveis de densidade de pasto (Mayne et al., 1997). ..... 107

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>Abreviatura</b>	<b>Descrição</b>
Ab	Área do bocado
cm	Centímetros
cm <sup>3</sup>	Centímetro cúbico
d	Densidade
DCB	Densidade de colmos+bainhas T
DCB	Densidade de colmos+bainhas
DLF	Densidade de colmos+bainhas
DLF	Densidade de lâminas foliares
EPM	Erro padrão da média
g	Gramas
h	Altura do pasto
ha	Hectare
IAF	Índice de área foliar
kg	Kilograma
m <sup>2</sup>	Metros quadrados
m <sup>3</sup>	Metros cúbicos
MB	Massa de bocado
MF	Massa de forragem
MFT	Massa de forragem total
mg	Miligrama
min	Minutos
MMT	Movimentos mandibulares totais
MS	Matéria seca
MSCB	Matéria seca de colmos+bainhas
MSLF	Matéria seca de lâminas foliares
Prp	Profundidade potencial dos bocados
PV	Peso vivo
TB	Taxa de bocado
TI	Taxa de ingestão
TnBoc	Taxa de não bocado

## **1.CAPITULO I**

### **1.1 Introdução**

### **1.2 Modelo conceitual**

### **1.3 Hipótese e objetivos**

### **1.4 Revisão bibliográfica**

#### **1.4.1 Influência da estrutura do pasto no processo de ingestão dos animais**

#### **1.4.2 Resposta funcional da taxa de ingestão, abundância de forragem e estrutura do pasto**

#### **1.4.3 Estratégias de ingestão no método de pastejo com lotação intermitente**

##### **1.4.3.1 Estratégias de ingestão no método de pastejo com lotação intermitente - Pastejo em horizontes**

## 1.1 INTRODUÇÃO

A estrutura do pasto é comumente definida como a disposição espacial das partes aéreas das plantas individuais, numa determinada comunidade, sendo que as variáveis que usualmente a caracteriza são: massa de forragem (MF), altura, densidade de MS dos componentes, disposição das partes das plantas nos estratos, relação folha/colmo, ângulos foliares entre outras (Laca & Lemaire, 2000). A formação dessa estrutura é consequência, além do crescimento das plantas que formam o dossel e do manejo aplicado ao pasto (Carvalho et al., 2009a), o qual, consiste na arte de criar ambientes ideais ao processo de pastejo (Carvalho et al., 2008).

Nos primeiros estudos, acerca do consumo por animais em pastejo, encontrou-se que o taxa de ingestão corresponde à interação entre massa do bocado, taxa de bocados e tempo de pastejo, que são fortemente influenciados pela estrutura do pasto encontrada (Allden & Whittaker, 1970). Permitir aos animais a formação de maior número de bocados grandes eleva a taxa de ingestão, a qual é considerada variável chave do consumo em pastejo, e qualquer estratégia que a maximize é de grande importância no desempenho produtivo dos animais.

Neste contexto, infere-se que o consumo em pastejo é fortemente

influenciado pelas pequenas mudanças que ocorrem em nível de bocado. Dessa forma, qualquer procedimento de manejo que torne o processo de aquisição de forragem mais rápido é de suma importância para a maximização do consumo e produção animal.

No manejo do pasto, e no método de pastejo com lotação intermitente em particular, essas mudanças na estrutura podem ser drásticas, em curto espaço de tempo, conforme o modo de utilização da forragem disponível. Utilização esta que é frequentemente feita de forma incorreta, isso porque, a entrada dos animais usualmente ocorre quando o pasto já não está na melhor condição de pastejo (alturas demasiadamente elevadas ou baixas). Já o rebaixamento, muitas vezes, é realizado de forma indiscriminada, removendo-se toda a forragem disponível com a falsa idéia de melhor aproveitamento do pasto.

Nos primeiros estudos investigando a estrutura do pasto influenciando o comportamento ingestivo dos animais em pastejo, Stobbs (1973a,b), trabalhando com pastagens de clima tropical, indicou que há diferenças significativas no comportamento ingestivo dos animais pastejando plantas forrageiras de clima temperado e tropical, sendo que nestas últimas, a densidade volumétrica e a relação folha colmo do pasto são determinantes no consumo dos animais em pastejo. Entretanto, os trabalhos com plantas forrageiras de clima temperado se seguiram, elucidando as variáveis envolvidas no processo de pastejo, enquanto que para plantas forrageiras de clima tropical estes processos ainda não foram completamente elucidados. A pista deixada por Stobbs é que a diferença está na facilidade de preensão de

folhas, além da densidade de matéria seca no estrato superior, sendo estas características de grande significância em pastagens baseadas em espécies C4 (e.g. Sollenberger & Burns, 2001).

A altura do pasto e a massa de forragem têm recebido atenção nas pesquisas, não apenas pela facilidade de determinação, mas também por estarem diretamente relacionadas com a massa do bocado (McGilloway et al., 1999). Ademais, a altura do pasto é um importante descritor estrutural do pasto em pesquisas, além disso a densidade volumétrica do pasto em pastagens de clima tropical ter grande importância na determinação de tamanho de bocado (Hodgson, 1985), além de ser um dos possíveis parâmetros no estabelecimento de metas de manejo do pasto (Hodgson, 1990; Hodgson e Da Silva, 2002). Portanto, o manejo deve ser encarado como a forma de se construir estruturas de pasto que otimizem a colheita de forragem pelo animal em pastejo (Carvalho et al., 2001). Para tanto, é premente o oferecimento de alturas ideais para pastejo, e quando houver rebaixamento, que o seja em proporção adequada, visando à manutenção de elevadas taxas de ingestão.

Esta dissertação de mestrado está elaborada na forma de capítulos. No capítulo I constam a introdução, modelo conceitual, hipótese e objetivos do trabalho, além da revisão de literatura. Os resultados são apresentados e discutidos nos capítulos II, III e IV, sendo que no capítulo II são focadas as relações funcionais da taxa de ingestão, determinando-se a altura ideal para o pastejo, bem como a proporção de rebaixamento ideal no método de pastejo com lotação intermitente com sorgo forrageiro. O capítulo III trata do entendimento das relações que ocorrem entre a estrutura do pasto e as

respostas dos animais em pastejo, discutindo as relações planta-animal nas diferentes alturas e proporções de rebaixamento. No capítulo IV abordam-se as mudanças que ocorrem no pasto no decorrer do rebaixamento, que influenciam o processo de pastejo, e se busca caracterizar a ocorrência do pastejo por horizontes. O trabalho é concluído no capítulo V, onde se traz, além das conclusões, as considerações finais pertinentes.

## 1.2 MODELO CONCEITUAL

O modelo conceitual (Figura 1) mostra as interações entre a estrutura do pasto e as variáveis de resposta do processo de ingestão de animais em pastejo. Como fator central está a forma como as variáveis estruturais do pasto, como a altura (forma como os animais percebem a estrutura), e a proporção de colmos no horizonte do pasto (complicador do processo de formação do bocado). Essas variáveis de pasto, por meio de suas importantes contribuições na determinação da massa do bocado, são determinantes na taxa de ingestão de matéria seca de animais em pastejo.

A taxa de ingestão de matéria seca, por sua vez, é a variável que afeta de forma determinante o consumo diário de forragem. Quando em situação de baixa taxa de ingestão, os animais aumentam a duração da refeição na tentativa de manter o consumo diário de forragem, aumentando, dessa forma, o tempo de pastejo.

Por fim, todas essas variáveis, quando em situação ótima, ou seja, com estruturas de pasto que permitam elevada taxa de ingestão, possibilitariam alto consumo diário, o que trará consigo elevada produção animal.

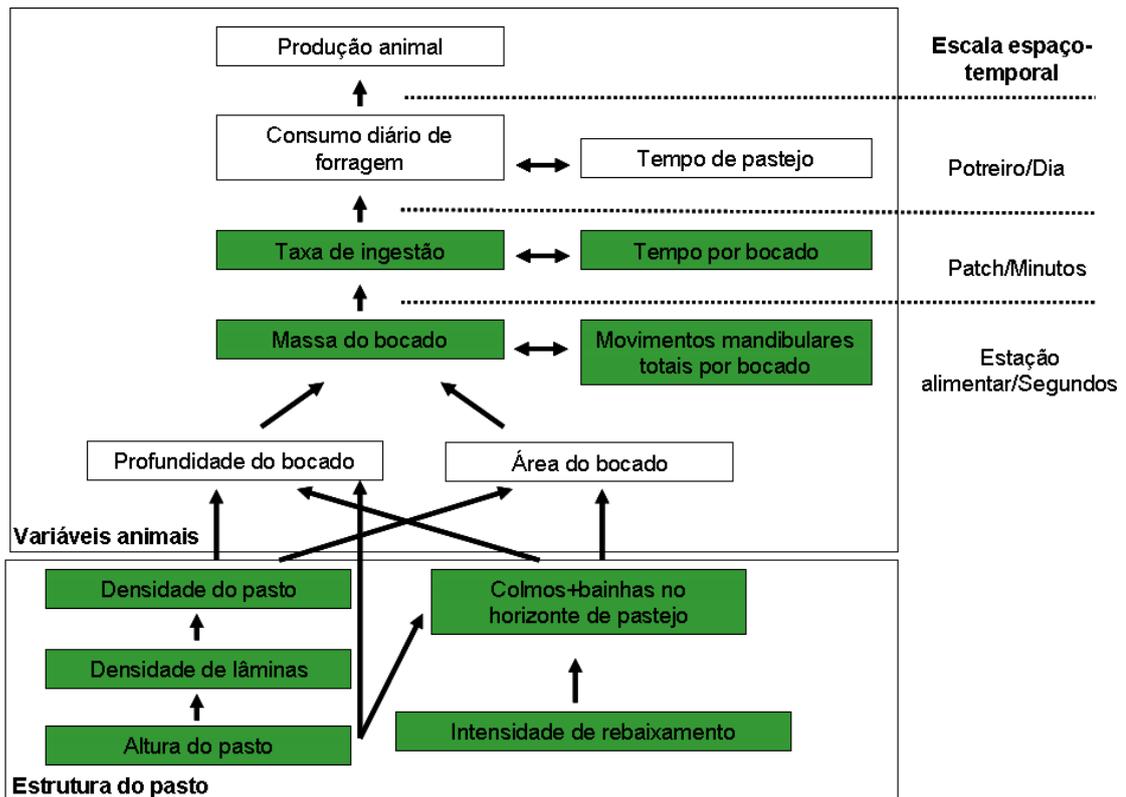


Figura 1: Modelo conceitual proposto para esta dissertação de mestrado, com as principais variáveis envolvidas no processo de ingestão de animais em pastejo (Adaptado de Baumont et al., 2004 e Benvenuti & Gordon, 2006)

## **1.3 HIPÓTESE E OBJETIVOS**

### **1.3.1 Hipótese:**

A hipótese central do trabalho é que existe uma altura de pastejo ótima, a qual maximiza a taxa de ingestão pelos animais. No caso de método de pastejo com lotação intermitente, partindo dessa altura ótima, existiria uma proporção de rebaixamento ótima, onde a estrutura de pasto encontrada no decorrer do pastejo otimizaria os processos de colheita pelo animal, estendendo a manutenção de elevadas taxas de ingestão.

### **1.3.1 Objetivos:**

- Investigar alterações no comportamento ingestivo dos animais que possam subsidiar ações de manejo, visto que predizem alterações estruturais no pasto
- Determinar a altura do pasto que corresponde a melhor estrutura e maximiza a taxa de ingestão
- Identificar a porcentagem de rebaixamento que menos prejudique a velocidade de aquisição de forragem pelos animais em sorgo forrageiro
- Compreender a dinâmica do processo ingestivo durante o rebaixamento do pasto em sorgo forrageiro

## **1.4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **1.4.1 Influência da estrutura do pasto no processo de ingestão dos animais**

A estrutura do pasto pode ser considerada causa e consequência do processo de pastejo (Carvalho et al., 2009a). Ela determina a ingestão de nutrientes pelos ruminantes, processo este que, por sua vez, modifica a forma de crescimento e a dinâmica dos componentes morfológicos do pasto. A interdependência entre pastejo e estrutura é evidenciada na taxa de ingestão de forragem, a qual possui forte correlação com a estrutura do pasto. A estrutura determina a disposição das folhas e colmos, e sua acessibilidade pelo animal, e influencia diretamente as duas variáveis mais ligadas à taxa de ingestão, que são a massa e a taxa de bocados (Agreil et al., 2006). Numerosos estudos têm centrado atenção nas relações entre a estrutura do pasto e a massa do bocado, sendo que esta última assume importância primordial na taxa de ingestão e, conseqüentemente, no consumo diário de forragem (Drescher, 2003).

Quando se observa o comportamento ingestivo frente a uma estrutura de pasto específica, e o correlaciona-se às respostas de “contentamento” (elevadas TI, MB entre outros) é possível se fazer inferências

sobre o manejo mais adequado, visando criar as estruturas que proporcionem os melhores desempenhos e bem-estar animal, sem degradar o ambiente pastoril. Esta área requer mais investigação e desenvolvimento visando a formação de diretrizes de manejo baseado nos princípios do comportamento de ruminantes em pastejo. De acordo com Parsons e Chapman (1998), “os técnicos e produtores vêem a utilização do pasto como um problema a resolver piquete a piquete, enquanto os animais estão forçados a resolverem suas exigências diárias **bocado a bocado**”.

O uso de limiares de altura de pasto como meio para alcançar maior consumo diário em pastejo pode ser considerado como exemplo prático de diretriz de manejo gerada pelo comportamento dos animais em pastejo (Parsons & Johnson, 1985; Hodgson, 1990). Como a altura do pasto e a massa do bocado são correlacionadas positivamente nos pastos cultivados de clima temperado, a taxa de ingestão também aumenta até que a capacidade de processamento de forragem dos animais esteja saturada e atinja uma assíntota (Laca et al., 1994). Com base neste princípio de interação planta-herbívoro, recomendações práticas podem ser derivadas. Por exemplo, para plantas forrageiras de clima temperado como azevém perene e trevo branco, submetidos a pastejo contínuo, a altura do pasto de cerca de 6 cm maximiza o desempenho animal para os ovinos (Hodgson, 1990), enquanto que para os bovinos recomenda-se que a altura seja mantida em aproximadamente 8-10 cm (Wright & Russel, 1987; Wright & Whyte, 1989). De acordo com Dillon (2006), animais consumindo pastos muito baixos, não atingem nível de ingestão de forragem adequado, mesmo que a área de pastagem seja grande.

Dessa forma, é imprescindível o fornecimento de pastos com alturas adequadas que possibilitem elevada ingestão de forragem pelos ruminantes em pastejo.

Pastagens baixas limitam a profundidade de bocados (Carrère et al., 2001; Palhano et al., 2007) e a taxa de ingestão (Gonçalves et al., 2009; Amaral, 2009). No outro extremo, pastagens altas limitam o consumo por imporem maior dificuldade à formação do bocado (Carvalho et al., 2001a; Gordon & Benvenuti, 2006).

Carvalho et al. (2001a), trabalhando com pastos de capim tanzânia manejados com borregas, observaram as maiores massas de bocado na altura de 54 cm (241,71 mg de MS/bocado). Acima de 54 cm, a estrutura do pasto dificultou de tal forma a formação do bocado que a massa do bocado diminuiu. No referido trabalho, os autores observaram que nas maiores alturas de pasto as lâminas foliares eram de maior comprimento. Por essa razão, os animais necessitavam maior tempo para a manipulação do bocado, o que foi caracterizado como pastejo tipo “espaguete” (Carvalho et al., 2001a). Além da altura do pasto, a porcentagem e a acessibilidade de folhas no dossel forrageiro são variáveis importantes da estrutura determinantes do processo de pastejo, que deveriam ser evidenciadas nas pesquisas, como forma de encontrar limites de folhas no dossel que favoreçam o processo de pastejo.

#### **1.4.2 Resposta funcional da taxa de ingestão, abundância de forragem e estrutura do pasto**

A resposta funcional é a relação entre o consumo de forragem e a abundância de forragem e desempenha papel central na interação do predador com seu recurso forrageiro (Salomão, 1949 citado por Drescher, 2003). Na escala de minutos a horas de pastejo, o consumo de forragem é resultado da estrutura e da acessibilidade do pasto. Nessa escala, a resposta funcional é denominada taxa de ingestão.

Entender os fatores que regulam a resposta funcional é de fundamental importância para compreender a ecologia animal. Os primeiros modelos assumiram que a resposta funcional era linear. No entanto, desde Holling (1959), mostrou-se que o consumo de forragem tem relação assintótica com a abundância de forragem devido à manipulação e ao processamento da forragem. Também tem sido demonstrado que a forma da curva de resposta funcional depende do tipo de processo de forrageamento. Comumente, distinguem-se três tipos de curvas de resposta funcional (Figura 2). No tipo I (linear), a taxa de ingestão de forragem é função direta da abundância de alimentos. Não se considera a existência de um processo de colheita, ou seja, assume-se que a procura e a manipulação levam quantidades insignificantes de tempo. No tipo II, a curva de resposta funcional é assintótica. A taxa de aumento de consumo de forragem primeiro aumenta linearmente com a abundância do alimento e, posteriormente, se aproxima de um valor estável. A desaceleração do aumento da taxa de ingestão é causada por uma quantidade finita de tempo, parte sendo necessária para a manipulação de alimentos,

limitando assim a taxa de ingestão de forragem na abundância alta de forragem. No tipo III, uma curva de resposta sigmóide, a taxa de ingestão aumenta devagar inicialmente e, posteriormente, seu crescimento vai acelerando, até a taxa de ingestão tornar-se limitada pelo tempo de manipulação e transformação, se aproximando de um valor assintótico. Esse tipo de resposta pode ser causado pelo fato de a manipulação ou busca de forragem ser menos eficaz em baixa abundância de forragem. Além desses tipos comumente reconhecidos de curvas de resposta funcional, mais recentemente vem se evidenciando a existência de um quarto tipo. No tipo IV (quadrática), a taxa de ingestão aumenta inicialmente até atingir um pico e após diminui novamente indicando a existência de um único ponto de maximização da taxa de ingestão, esse tipo de resposta funcional se aplica especialmente para forrageamento seletivo sobre recursos forrageiros heterogêneos.

Os mecanismos que causam diminuição na taxa de consumo de forragem provavelmente envolvem: (i) redução na massa do bocado e (ii) aumento da necessidade de manipulação por unidade de forragem consumida, visto a necessidade de seleção de partes preferidas da planta em relação a partes de baixo valor nutritivo com o aumento em abundância de forragem.

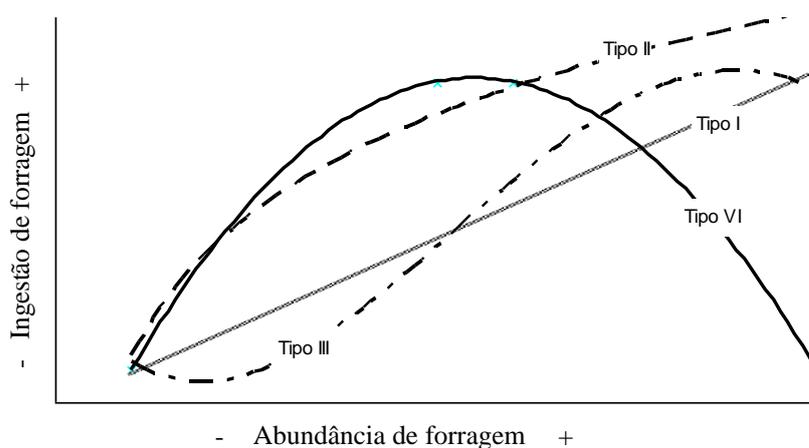


Figura 2: Curvas de respostas funcionais possíveis relacionando a taxa de ingestão de forragem com a abundância de forragem (Adaptado de Drescher, 2003)

O efeito da estrutura do pasto na ingestão de forragem pelos animais em pastejo é uma resposta funcional clássica (Figura 3), onde se observa incremento no consumo até um limite de aumento das variáveis na estrutura do pasto (altura, MF, IAF, etc.) quando então estabiliza, devido à saturação da capacidade de processamento do animal (Gordon & Illius, 1992) e, conforme as magnitudes estudadas, a ingestão pode até diminuir com o incremento demasiado em altura, MF, etc. (Carvalho et al., 2001).

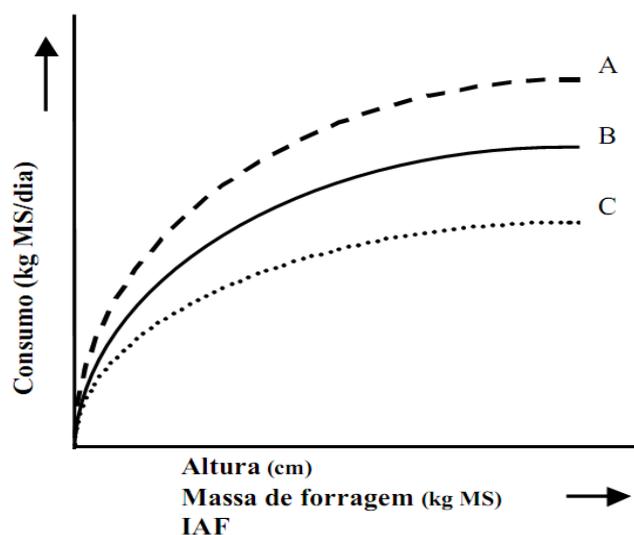


Figura 3: Relação entre a abundância de forragem e o consumo de animais em pastejo. As curvas A, B, e C indicam que é possível se observar diferentes níveis de consumo para uma mesma altura, MF ou índice de área foliar por diferenças na arquitetura ou qualidade intrínseca das plantas ou mesmo com animais de diferentes condições corporais e potenciais genéticos (Carvalho et al., 2000).

A Figura 3 mostra que diferentes níveis de ingestão podem ser obtidos numa mesma quantidade de forragem disponível. Isso ocorre, pois uma mesma MF pode ser oferecida aos animais de diferentes formas, por meio de distintas combinações entre altura e densidade de forragem (Carvalho, 1997). Para uma massa de forragem de 2500 kg de MS/ha, a massa do bocado de novilhos pode variar de aproximadamente 0,5 g a quase 3 g/bocado em estruturas cujas densidades volumétricas variam de 5900 a 700 g/m<sup>3</sup>, respectivamente (Demment & Laca, 1993). No entanto esta variação está associada ao valor absoluto da MB, enquanto que a resposta em relação à abundância de forragem estudada está sempre muito próxima. De acordo com Mayne et al. (1997), independentemente da densidade de forragem as máximas taxas de ingestão são obtidas em alturas de pasto muito próximas.

Ou seja, a densidade de forragem pode variar a magnitude dos valores encontrados, mas não terá efeito pronunciado na resposta de qual altura otimiza os processos de ingestão.

### **1.4.3 Estratégias de manejo para maximizar a taxa de ingestão no método de pastejo com lotação intermitente**

Na situação atual de uso do método de pastejo com lotação intermitente, na maioria das vezes, depara-se com formas incorretas de condução do manejo que não priorizam a colheita de forragem pelos animais, tampouco a maior produção de forragem. Nesse tipo de sistema, tanto a altura de entrada no piquete quanto a proporção removida pelo pastejo têm efeito determinante sobre a taxa de ingestão de forragem pelos animais (Amaral, 2009; Mezzalira et al., 2010), uma vez que a altura do pasto afeta de forma determinante a profundidade do bocado que, por sua vez, é determinante da massa do bocado, um dos componentes mais importantes da taxa de ingestão.

Como já citado anteriormente, é fato que além da altura de entrada a proporção da massa de forragem removida ao longo do rebaixamento afeta significativamente a massa do bocado e a taxa de bocados (Prache & Peyraud, 2001). Dependendo do ajuste da taxa de lotação aplicada e do manejo do período de ocupação, a extensão do rebaixamento poderá ter impacto altamente negativo na ingestão (quando se adotam estratégias de rebaixar toda a forragem disponível). Aplicando-se o teorema do valor marginal de Charnov (1976) como um conceito de manejo do método de pastejo com lotação intermitente, no qual a mudança de piquete (sendo no teorema do valor

marginal associado a *patch*) deveria ocorrer quando a taxa de ingestão se tornar menos eficiente, ou seja, quando a quantidade de forragem ingerida por unidade de tempo começa a desacelerar. Nesse entendimento, o manejo do método de pastejo com lotação intermitente deveria levar em conta a proporção de rebaixamento adequada, sem prejudicar a taxa de ingestão pelos animais, assegurando alto consumo de forragem e conseqüentemente maior produção animal. Outro fator importante a se citar quando se usa um manejo com desfolha menos sefera é que a maior quantidade de folhas remanescente possibilita maior oportunidade de rebrote do pasto após o pastejo.

#### *1.4.3.1 Estratégias de ingestão no método de pastejo com lotação intermitente - Pastejo em horizontes*

No método de pastejo com lotação intermitente, quando os animais entram em um novo piquete e se deparam com uma estrutura de pasto composta principalmente por folhas novas e altamente apetecíveis (quando a altura de entrada for adequada), o animal é estimulado ao consumo e, por conseqüência, o processo de rebaixamento do pasto tem início.

No início do rebaixamento, o encontro de plantas intactas com predominância de folhas na porção superior do dossel, e considerando a proporcionalidade da profundidade de bocados correspondente a 50% da altura da planta (Burlison et al., 1991; Laca et al., 1992; Flores et al., 1993; Ginnett et al., 1999; Carrère et al., 2001; Prache & Peyraud, 2001; Cangiano et al., 2002; Gonçalves et al., 2009), se infere que os animais removem camadas sucessivas de pasto, equivalentes à metade da altura de cada camada

acessada (Figura 4).

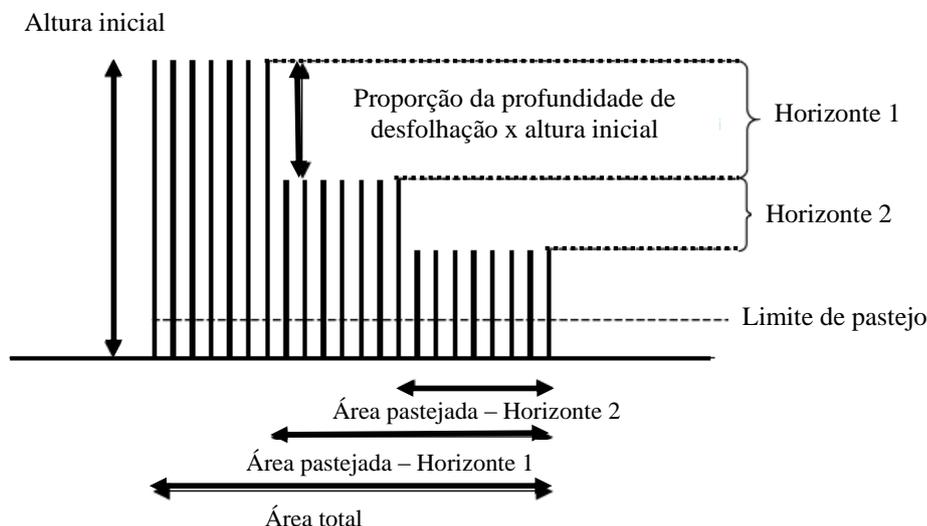


Figura 4. Representação do processo de pastejo por horizonte do pasto (Baumont et al., 2004)

Dessa forma, pode-se deduzir que o consumo obtido no método de pastejo com lotação intermitente dependa da condição inicial do piquete no início do rebaixamento, e dos horizontes que forem removidos ao longo do pastejo, ou seja, o consumo final corresponde à soma do consumo obtido em cada horizonte de pastejo (Carvalho et al., 2009).

É prudente lembrar que o animal não pastejaria a porção colmos antes de ter removido a maior parte das folhas. Assim, uma alta taxa de ingestão é função do tempo de permanência no primeiro horizonte, sendo este o que tem maior proporção de folhas. Colmos exigem maior gasto de energia para colheita, causam maior impedimento à profundidade de bocado e, por consequência, reduzem a massa do bocado (Barret et al., 2006). Portanto, em função de todas as considerações anteriores, entende-se que a estrutura do pasto seja central ao processo de pastejo, e que a definição de metas de

manejo deva contemplar variáveis estruturais a serem definidas para cada espécie forrageira ou associações de espécies em uso nos sistemas pastoris.

## **2. CAPITULO II**

### **Estruturas de pasto em sorgo forrageiro: construindo metas de manejo pela maximização da taxa de ingestão<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Artigo elaborado de acordo com as normas da Livestock Science (Apêndice 1)



1 proporciona a melhor estrutura de pasto encontra-se próxima a 50 cm. No protocolo de  
2 rebaixamento encontrou-se que a taxa de ingestão é constante até o rebaixamento de  
3 40% da altura pré- pastejo ótima, ponto a partir do qual ocorre redução acentuada na  
4 taxa de ingestão. Desse conjunto de resultados define-se metas de estruturas de pasto  
5 que permitem orientar o manejo visando elevados níveis de ingestão de forragem., quais  
6 sejam 50 cm como a altura ótima de pastejo em sorgo forrageiro e nível de  
7 rebaixamento de 40% no caso do método de pastejo com lotação intermitente.

8

9 Palavras Chaves: altura do pasto, pastejo, rebaixamento do pasto, taxa de ingestão

10

## 11 ***1. Introdução***

12 Além do pastejo, os animais realizam uma série de outras atividades  
13 fundamentais para sua sobrevivência, como ruminção, vigilância, descanso etc. Essas  
14 atividades competem entre si pelo tempo diário do animal, o que faz com que o uso  
15 eficiente do tempo seja fundamental para um herbívoro em pastejo. Por conseguinte,  
16 toda e qualquer ação de manejo que propicie aumento da taxa de ingestão, com  
17 consequente diminuição do tempo necessário para se atingir o requerimento diário de  
18 nutrientes, é imprescindível para o sucesso na produção animal (Carvalho et al., 2001).

19 Proporcionar aos animais a manutenção de elevadas taxas de ingestão passa,  
20 necessariamente, pelo fornecimento de estruturas de pasto adequadas,  
21 especificadamente no caso das plantas forrageiras de clima tropical a densidade de  
22 forragem no estrato pastejado deve ser encarado como algo primordial visto que as  
23 características estruturais são determinantes da forma e taxa de aquisição do alimento  
24 pelos animais em pastejo (Hodgson, 1985; Laca et al., 1992; Brereton e McGilloway,

1 1998). Dessa forma, a estrutura do pasto deve ser vista como meta de manejo, pois  
2 influencia diretamente no consumo e, conseqüentemente, na produção animal (Hodgson,  
3 1990; Gordon e Benvenuti, 2006). A altura do pasto é uma das variáveis da estrutura do  
4 dossel forrageiro que mais afeta a taxa de ingestão (Forbes, 1988; Carvalho et al., 2001).  
5 No caso dos métodos de pastejo contínuo e rotativo, as metas de manejo passam pela  
6 definição da altura com que os animais procederão no pastejo. Enquanto no pastejo  
7 contínuo o animal raramente desfere bocados consecutivos no plano vertical sobre uma  
8 mesma estrutura inicial, no método de pastejo com lotação intermitente o período de  
9 ocupação e de descanso dos piquetes determina a estrutura que será encontrada pelos  
10 animais no decorrer do rebaixamento. Com a depleção da forragem, mudanças na  
11 estrutura do pasto ocorrem associadas com a proporção da altura inicial que é removida  
12 (Charnov, 1976), com o aumento da proporção de colmos em relação a folhas, e com o  
13 incremento na densidade volumétrica da forragem nos estratos inferiores (Barrett et al.,  
14 2001). A consequência dessas mudanças no pasto é a redução da taxa de ingestão de  
15 forragem (Baumont et al., 2004; Barret et al., 2001).

16 Baseado na hipótese de que diferentes estruturas de pasto, formadas por  
17 distintas alturas e níveis de rebaixamento, influenciam a taxa de ingestão de forragem  
18 pelos animais em pastejo, foram propostos dois experimentos. O primeiro procurou  
19 definir a altura ideal para o pastejo tendo a maximização da taxa de ingestão como  
20 parâmetro definidor da meta de manejo. O segundo experimento investigou a melhor  
21 proporção de rebaixamento da altura inicial, segundo o mesmo critério. Utilizou-se  
22 como modelo animal novilhas em crescimento e como modelo vegetal uma espécie  
23 tropical anual de porte ereto, o sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*). O modelo  
24 experimental mimetiza aplicações de manejo sob pastejo contínuo e rotativo, e metas de

1 manejo são propostas nesse contexto.

2

## 3 **2. Material e métodos**

### 4 *2.1. Área e preparo experimental*

5 Foram conduzidos dois experimentos na Estação Experimental Agronômica da  
6 Universidade Federal do Rio Grande do Sul - EEA/UFRGS. Utilizou-se uma área de  
7 5500 m<sup>2</sup> de sorgo forrageiro cultivar BR 501 semeado em 16 de dezembro de 2009, e  
8 outra de 4820 m<sup>2</sup> da mesma cultivar semeada em 5 de fevereiro de 2010, para os  
9 experimentos 1 e 2, respectivamente. Em ambos os experimentos utilizou-se o método  
10 de plantio direto e a densidade de semeadura foi de 33 kg.ha<sup>-1</sup>. Utilizaram-se os mesmos  
11 tratos culturais para ambos os experimentos. A distância entre linhas foi de 0,17 m, e a  
12 adubação foi realizada de acordo com a análise de solo. Aplicou-se o equivalente a 20  
13 kg.ha<sup>-1</sup> de N, além de 100 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O no momento do plantio e após 20 dias  
14 da semeadura aplicou-se o correspondente a 200 kg.ha<sup>-1</sup> de N

### 15 *2.1. Tratamentos*

16 Os tratamentos do experimento 1 consistiram de seis alturas pré-pastejo (30,  
17 40, 50, 60, 70 e 80 cm), com duas repetições em delineamento de blocos completos  
18 casualizados. No experimento 2 foram determinadas porcentagens de rebaixamento em  
19 função da melhor altura pré-pastejo definida no experimento 1, sendo os tratamentos  
20 referentes a 16, 33, 50, 67 e 84% de rebaixamento, assim definidos visando  
21 equidistância entre os tratamentos. O delineamento utilizado no experimento 2 foi o de  
22 blocos casualizados com três repetições. Em ambos os experimentos o critério de  
23 bloqueamento foi o período do dia de realização das avaliações (manhã ou tarde).

24 O tamanho da área para o experimento 1 foi dimensionado de forma que a

1 altura do pasto não diminuísse mais que 5% ao longo do período de ocupação visando,  
2 assim, que a mesma estrutura de pasto que o animal encontrasse no início do pastejo  
3 ainda estivesse plenamente disponível no final do teste. Em outras palavras, objetivou-  
4 se que a estrutura do pasto, em nível de bocado, se mantivesse constante e refletisse, ao  
5 longo de todo o período de ocupação, a altura sob investigação. Foram realizados 12  
6 testes de pastejo de exatos 45 minutos no período de 12 de janeiro até 11 de março de  
7 2010.

8           Para o experimento 2, o dimensionamento dos piquetes foi de tal forma que a  
9 porcentagem de rebaixamento fosse atingida durante testes de pastejo de mesma  
10 duração (aproximadamente 45 min.). No experimento 2 foram realizados 15 testes de  
11  $45\pm 5$  minutos, no período de 5 a 15 de abril. Os testes eram realizados sempre no início  
12 da manhã e no final da tarde, em ambos os experimentos.

### 13 *2.3. Medições no pasto*

14           Para determinação da massa de forragem pré-pastejo foram realizados cortes  
15 estratificados a cada 10 cm de altura utilizando-se um quadro de  $0,153\text{ m}^2$ , em ambos os  
16 experimentos. Para o experimento 1 fez-se cinco cortes estratificados, enquanto que  
17 para o experimento 2 foram cortadas três amostras estratificadas, por unidade  
18 experimental. No experimento 2 amostrou-se a estrutura pós-pastejo, cortada com o  
19 auxílio de um quadro de  $0,25\text{ m}^2$ . Essas amostras foram diferenciadas em massa de  
20 forragem danificada (partes de plantas quebradas, pisoteadas etc.) e forragem sem danos.  
21 Todas as amostras foram posteriormente separadas em lâmina foliar, colmo+bainha e  
22 material morto. Depois de separadas, foram secas em estufa a  $55^\circ\text{C}$  por no mínimo 72  
23 horas. A massa de forragem total correspondeu à média do somatório da massa de  
24 forragem de lâminas foliares e a massa de forragem de colmos+bainhas e material

1 morto de cada amostra.

2           Para as medições de altura do pasto utilizou-se um bastão graduado (*Sward*  
3 *stick*) (Barthram, 1985). Foram medidos 200 pontos por unidade experimental no pré- e  
4 no pós-pastejo, em ambos os experimentos.

#### 5 *2.4. Medições nos animais*

6           Foram utilizadas quatro novilhas com idade de  $24\pm 2$  meses e peso médio de  
7  $306\pm 56,7$  kg para o experimento 1. Três desses animais foram utilizados para o  
8 experimento 2, quando já estavam com  $26\pm 2$  meses e  $339\pm 45,5$  kg. Aproximadamente  
9 30 dias antes da realização de cada experimento os animais foram habituados ao  
10 procedimento experimental e permaneceram em área de pastagem de sorgo forrageiro  
11 adjacente. No experimento 1 os animais não passaram por jejum, enquanto que no  
12 experimento 2 os animais permaneceram em jejum de sólidos por cinco horas antes de  
13 cada teste de pastejo. Fez-se isto pois sem jejum os animais não rebaixariam elevados  
14 níveis de rebaixamento. O procedimento de habituação no experimento 2 contemplava  
15 também o jejum.

16           Antes de cada teste de pastejo, os animais foram equipados com coletores de  
17 fezes e urina, além do registrador automático de movimentos mandibulares (*IGER -*  
18 *behaviour recorder*), que distingue o tempo efetivo de alimentação e os movimentos  
19 mandibulares de bocado e manipulação+mastigação. Os dados foram posteriormente  
20 analisados no software *Graze* (Rutter et al., 1997). Após o teste de pastejo seguiu-se um  
21 período de igual duração, onde os animais permaneciam em área adjacente não vegetada,  
22 inacessível à água, para determinação das perdas insensíveis (evaporação de H<sub>2</sub>O, perda  
23 e produção de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>).

24           Para a determinação da taxa de ingestão utilizou-se a técnica da dupla pesagem,

1 descrita por Penning e Hooper (1985). Todas as pesagens (pré- e pós-pastejo e pré- e  
 2 pós-perdas metabólicas) foram realizadas utilizando balança com precisão de 10 g. A  
 3 taxa de ingestão foi calculada por meio da equação:

$$4 \quad \quad \quad \text{TI} = \frac{(P2 - P1)}{t2 - t1} + \frac{(P3 - P4)}{t4 - t3} \times \frac{(t2 - t1)}{TA}$$

6 Onde: TI = taxa de ingestão de forragem; P1 e P2 = peso dos animais antes e  
 7 após o pastejo; t1 e t2 = horário pré- e pós-pastejo; P3 e P4 = peso dos animais antes e  
 8 após as perdas metabólicas; t3 e t4 = horário pré- e pós-perdas metabólicas; e TA =  
 9 tempo efetivo de alimentação.

10 O total de forragem consumida foi corrigido pelo teor de matéria seca (MS) da  
 11 forragem em ambos os experimentos. Esse teor foi estimado pelo corte de quatro  
 12 amostras por unidade experimental, duas antes e duas depois dos testes de pastejo. No  
 13 experimento 1 os cortes foram realizados na metade superior das plantas, pois, como já  
 14 descrito por diferentes autores, considera-se a existência de uma relação de  
 15 proporcionalidade entre a remoção de forragem a cada bocado e a altura da planta,  
 16 proporção esta de 50% a cada bocado (Galli e Cangiano, 1998; Laca et al., 1992;  
 17 Gonçalves et al., 2009). Para o experimento 2 foram coletadas amostras até a altura de  
 18 rebaixamento pretendida para cada tratamento. O resultado do consumo, corrigido pelo  
 19 teor de MS, foi utilizado no cálculo da taxa de ingestão.

## 20 2.5. Análise estatística

21 Os dados foram analisados por meio de regressão linear ( $y_{ij} = a + bx + \epsilon_{ij}$ ),  
 22 quadrática ( $y_{ij} = a + bx + cx^2 + \epsilon_{ij}$ ), equação modelo recíprocal ( $y_{ij} = a + b(1/x) + \epsilon_{ij}$ ) e  
 23 equação segmentada (*broken line*,  $y_{ij} = L + U * (R < x) (R - x) + \epsilon_{ij}$ ) utilizando-se o software  
 24 JMP version 8 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). As equações foram comparadas  
 25 por meio dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ), desde que significativas em nível de

1 5% de significância. Em todas as análises o grupo de animais-teste foi utilizado como  
2 unidade experimental.

3

### 4 **3. Resultados**

#### 5 *3.1 Experimento 1*

6 A porcentagem de matéria seca não diferiu entre unidades experimentais, com  
7 média de  $27 \pm 0,04\%$  ( $P=0,5801$ ). A altura do pasto aumentou de forma linear, tanto no  
8 pré- quanto no pós-pastejo. Dentro de cada tratamento, as alturas pré e pós-pastejo não  
9 diferiram em mais de 5% da altura inicial, garantindo que todos os bocados tomados ao  
10 longo do teste de pastejo fossem tomados em estruturas de pasto semelhantes (Tabela 1),  
11 o que era condição essencial para estudo da hipótese proposta.

12 A massa de forragem total, de lâminas foliares e de colmos+bainhas,  
13 responderam de forma linear em função da altura do pasto ( $P<0,0001$ ) (Tabela 1).

14

15 Tabela 1: Altura do pasto pré e pós-pastejo; massa de forragem (MF), massa seca de  
16 lâminas foliares (MSLF) e massa seca de colmos+bainhas (MSCB) na condição pré-  
17 pastejo de pastos de sorgo forrageiro pastejados por novilhas

Descritores do pasto	Tratamentos - altura do pasto (cm)						Equação	EPM	R <sup>2</sup>	P
	30	40	50	60	70	80				
Altura real pré-pastejo (cm)	31,3	41,3	50,7	59,2	70,8	82,4	$y=0,36+1,0x$	1,8	0,99	<0,0001
Altura pós-pastejo (cm)	31,1	39,5	49,6	58,9	70,0	81,6	$y=-0,30+1,0x$	1,8	0,99	<0,0001
MF (kg. de MS ha <sup>-1</sup> )	1281	1348	1852	3262	3760	4204	$y=-1035,4+65,28x$	537,4	0,84	<0,0001
MSLF (kg de MS.ha <sup>-1</sup> )	872	878	1102	1772	1926	2135	$y=-142,4+28,67x$	223,8	0,85	<0,0001
MSCB (kg de MS.ha <sup>-1</sup> )	409	460	740	1421	1795	2015	$y=-862,73+36,11x$	303,3	0,83	<0,0001

18 EPM: erro padrão da média

19 P: nível de significância (ns: não significativo a 5%)

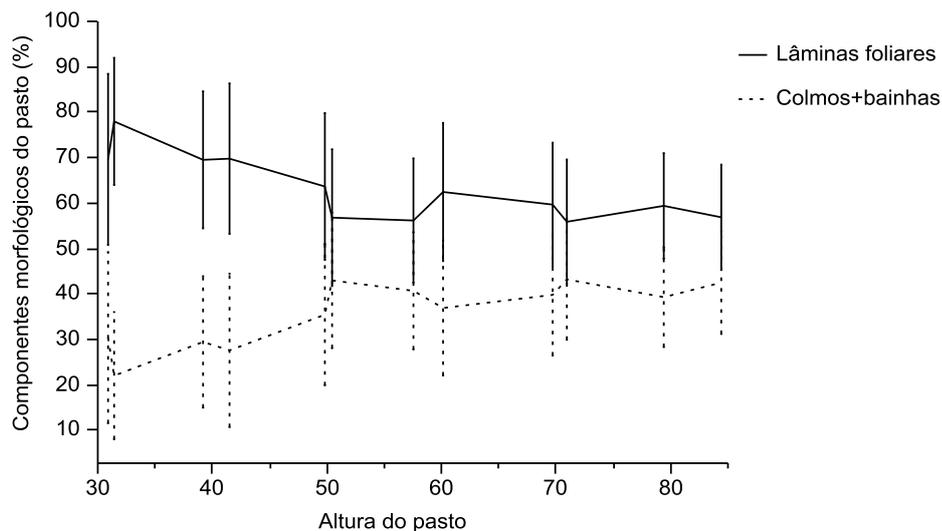
20

21

A proporção média dos componentes lâminas foliares e colmos+bainhas está

1 apresentada na Figura 1. Em alturas de pasto até 50 cm a porcentagem de lâminas  
 2 diminuiu e a de colmos+bainhas aumentou. A partir de então, ocorre estabilização da  
 3 porcentagem média desses componentes morfológicos.

4

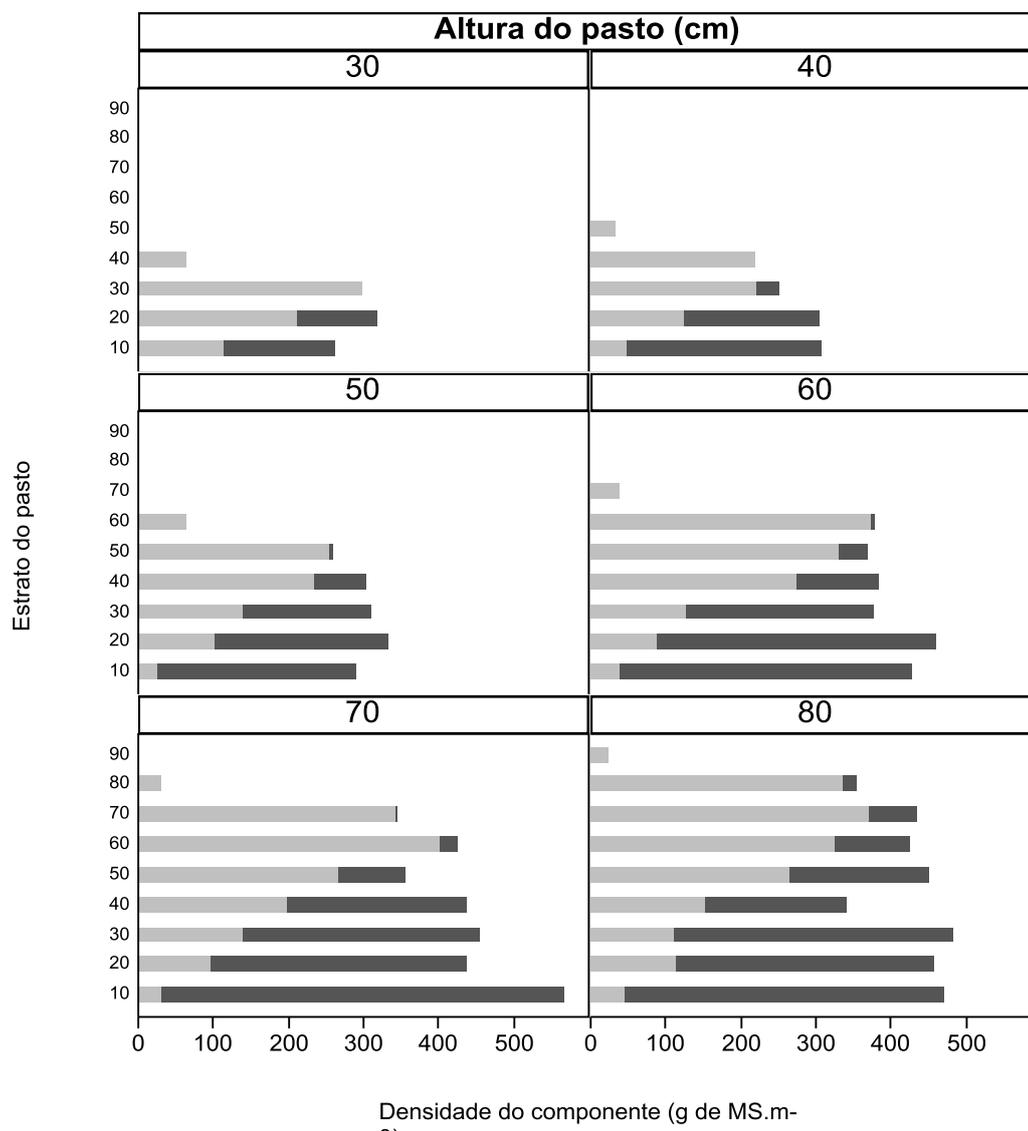


5

6 Figura 1: Componentes morfológicos (%) na estrutura vertical de pastos de sorgo  
 7 forrageiro em função da altura

8

9 A Figura 2 demonstra que a densidade volumétrica do pasto nos estratos  
 10 inferiores do dossel aumenta devido à maior participação de colmos+bainhas nestes  
 11 estratos.



1

Legenda

■ Densidade de folha

■ Densidade de colmos+bainhas

2

3 Figura 2: Densidades volumétrica de folha e de colmos+bainhas nos diferentes estratos

4 de pastos de sorgo forrageiro pastejado por novilhas em distintas alturas

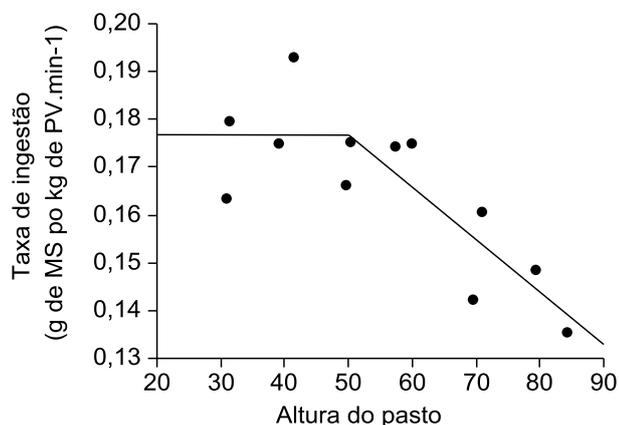
5

6 A taxa de ingestão apresentou relação broken line (P=0,0007) em função das

7 alturas estudadas (Figura 3), evidenciando que os animais pastejam a taxas de ingestão

1 máximas em pastos com altura em até 50 cm, e esta é expressivamente diminuída a  
 2 partir de 60 cm de altura.

3



4

5 Figura 3: Taxa de ingestão de matéria seca em função da altura de pastos de sorgo  
 6 forrageiro pastejados por novilhas ( $y=0,176+0,001(50-x)$ , se  $x>50$ , e  $y=0,176$  se  $x<50$ ;  
 7  $R^2= 0,70$ ;  $P=0,0007$ ;  $EPM=0,00096$ ).

8

### 9 3.2 Experimento 2

10 Assim como no experimento anterior, a percentagem de matéria seca não diferiu  
 11 entre unidades experimentais, observando-se média de  $24\pm 0,04\%$  ( $P=0,3932$ ). Todos os  
 12 tratamentos tiveram alturas, massa de forragem total ( $P=0,9738$ ), massa seca de lâminas  
 13 foliares ( $P=0,9249$ ) e massa seca de colmos+bainhas ( $P=0,8055$ ) semelhantes na  
 14 condição pré-pastejo (Tabela 2).

15

1 Tabela 2: Porcentagem de rebaixamento; altura do pasto pré e pós-pastejo; massa de  
 2 forragem total pré-pastejo (MFT), MFT em pé e danificada pós-pastejo; massa seca de  
 3 lâminas foliares (MSLF) e massa seca de colmos+bainhas (MSCB) pré e pós-pastejo em  
 4 função de níveis de rebaixamento de pastos de sorgo forrageiro por novilhas em pastejo.

Descritores do pasto	Tratamentos (Níveis de rebaixamento do pasto)					Equação	EPM	R <sup>2</sup>	P
	16	33	50	67	84				
Rebaixamento real (%)	16,7	35,9	52,3	62,9	77,1	-	-	-	-
Altura pré-pastejo (cm)	52,1	51,7	53,2	51,8	52,5	-	1,10	-	0,4405
Altura pós-pastejo (cm)	43,4	33,0	25,4	19,2	11,6	Y=51,89-51,6x	0,61	0,99	<0,0001
MFT pré-pastejo (kg de MS.ha <sup>-1</sup> )	2706	2964	2530	2837	2673	-	576	-	0,9738
MF em pré pós-pastejo (kg.de MS.ha <sup>-1</sup> )	1654	1117	1089	553	426	y=1359,98-1341,54x	188	0,72	<0,0001
MF total pós-pastejo (kg de MS.ha <sup>-1</sup> )	1805	1379	1492	1328	840	y=1968,47-1164,26x	228	0,57	0,0011
MF danificada pós-pastejo (kg.de MS.ha <sup>-1</sup> )	151	262	403	774	414	y=4,39+615,35x	207	0,34	0,0372
MSLF pré-pastejo (kg.de MS.ha <sup>-1</sup> )	1568	1830	1571	1756	1584	-	376	-	0,9249
MSLF pós-pastejo (kg.de MS.ha <sup>-1</sup> )	549	388	210	29	41	y=694,00+8,9x	75	0,89	<0,0001
MSCB pré-pastejo (kg.de MS.ha <sup>-1</sup> )	1137	1134	959	1081	1088	-	221	-	0,8055
MSCB pós-pastejo (kg.de MS.ha <sup>-1</sup> )	494	545	533	328	254	y=538,97+11,97(50-x) <sup>§</sup>	191	0,47	0,0314

5 EPM: erro padrão médio

6 P: nível de significância

7 <sup>§</sup> equação quando x>que 50, quando x<50 valor constante de 538,97

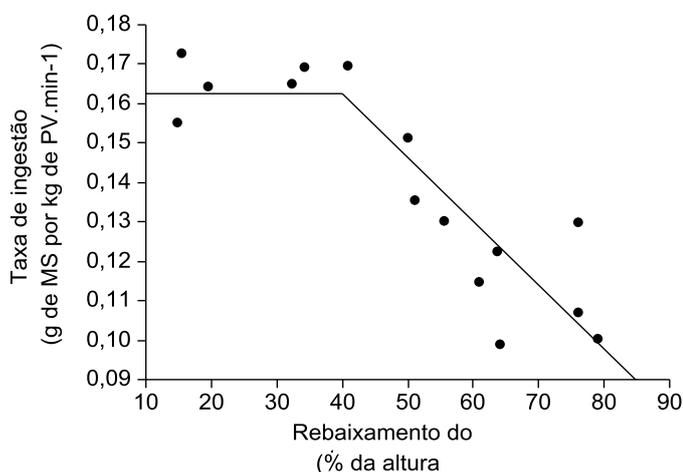
8

9 Não houve diferença na massa de forragem em qualquer componente  
 10 morfológico do pasto na distribuição vertical pré-pastejo (P>0,05). E confirmando a  
 11 obtenção das condições exigidas para investigação da hipótese, as alturas pós-pastejo  
 12 apresentaram resposta linear negativa em função das taxas de rebaixamento impostas  
 13 para o pasto (P<0,0001). O mesmo observando-se com relação a massa seca de lâminas

1 foliares ( $P<0,0001$ ) e a massa de forragem total ( $P=0,0011$ ). A massa de forragem  
 2 danificada, por sua vez, aumentou na condição pós-pastejo nos diferentes níveis de  
 3 rebaixamento do pasto ( $P=0,0372$ ). Já a massa seca de colmos+bainhas foi constante até  
 4 50% de rebaixamento, e partir disso, apresentou queda linear ( $P=0,0314$ ).

5 De acordo com a Figura 4, observa-se que a taxa de ingestão permanece  
 6 constante até que 40% da altura inicial do pasto tenha sido rebaixada. A partir de então,  
 7 a taxa de ingestão apresenta queda linear ( $P<0,0001$ ).

8



9

10 Figura 4: Taxa de ingestão de matéria seca por novilhas em função de níveis de  
 11 rebaixamento de pastos de sorgo forrageiro ( $y=0,16+0,001(40-x)$ , se  $x>40$ , e  $y=0,16$  se  
 12  $x<40$ ;  $R^2= 0,81$ ;  $P<0,0001$ ;  $EPM=0,014$ )

13

#### 14 **4. Discussão**

15 Nestes trabalhos estudou-se a estrutura ideal de pastos de sorgo forrageiro  
 16 assumindo a altura do pasto como variável que melhor representa a estrutura para  
 17 originar metas de manejo. O critério de estrutura ideal foi baseado na maximização das  
 18 taxas de ingestão de forragem ou em outras palavras, na maior ingestão de forragem

1 pela menor unidade de tempo de alimentação.

2

### 3 *4.1. Estrutura ideal para pastejo: Experimento 1*

4 O pressuposto básico de que a altura pós-pastejo não fosse inferior a 95% da  
5 altura pré-pastejo garantiu que variações observadas na TI fossem resposta da estrutura  
6 vertical do pasto oferecido inicialmente aos animais, e não houvesse influência com  
7 relação às alterações estruturais que ocorrem no processo de rebaixamento do pasto.  
8 Nesse contexto, o comportamento da TI indicou a maximização na taxa de ingestão até  
9 alturas de 50 cm. Os valores de TI observados em alturas ótimas no presente  
10 experimento, em torno de 0,17 g de MS.kg de PV.min<sup>-1</sup> ou 54 g de MS.min<sup>-1</sup>, foram  
11 elevados quando comparados com outros ensaios como Damasceno et al. (2003) que  
12 encontraram com novilhas em capim-tanzânia, valores entre 19 e 38 g de MS.min<sup>-1</sup>.  
13 Entretanto, Utsumi (2002) encontrou valores maiores que 60 g de MS.min<sup>-1</sup> trabalhando  
14 com Alfafa e 43,5 com festuca, e Chilibroste et al. (1997) encontraram 56 g de MS.min<sup>-1</sup>  
15 <sup>1</sup>.

16 De acordo Carvalho et al. (2001) o manejo do pastejo é a arte de criar e  
17 manipular estruturas de pasto a fim de otimizar os processos de apreensão de forragem  
18 pelo animal. Esta estrutura ideal de pastejo de até 50 cm deve ser considerada como  
19 meta de manejo para a maximização da taxa de ingestão em sorgo forrageiro, tanto em  
20 situação do método de pastejo com lotação intermitente, visto que o pastejo em alturas  
21 demasiadamente baixas pode prejudicar o rebrote do pasto se define que a altura de  
22 pastejo ótima é em torno de 50 cm de altura, sendo esta definida como a altura de  
23 entrada, e no método de pastejo contínuo, definida como a altura mais explorada pelos  
24 animais no decorrer do dia de pastejo.

1           Considerando que os animais exploram o equivalente a 7% da área do piquete ao  
2 longo do dia no pastejo contínuo (Wade, 1991). Dessa forma, a média da altura do  
3 piquete inteiro é menor que 50 cm, e devem existir áreas em crescimento, ou seja, foram  
4 rebaixadas e estão em rebrote. Manejando o sorgo forrageiro dessa forma, a seletividade  
5 dos animais por áreas de alturas adequadas, em torno de 50 cm certamente irá criar  
6 ambientes heterogêneos (Laca, 1992), tal heterogeneidade deve ser encarada como  
7 positiva, visto que irá possibilitar o animal manter elevada taxa de ingestão e por  
8 conseqüência maior consumo e produção animal.

9           A distribuição vertical dos componentes do pasto influencia os processos de  
10 ingestão (Stuth et al., 1987; Demment e Laca, 1993; Ungar, 1996; Carrère et al., 2001),  
11 seja em relação à altura absoluta (Armstrong et al., 1995), seja em relação à densidade  
12 volumétrica de folhas (Flores et al., 1993; Demment et al., 1995) ou a facilidade com  
13 que a folha pode ser preendida em separado do colmo. Observa-se na Figura 1 que até  
14 50 cm de altura a proporção de colmos+bainhas aumenta e a de lâminas foliares diminui,  
15 estabilizando em aproximadamente 60% folhas e 40% colmos. Portanto, parte do  
16 decréscimo na taxa de ingestão em alturas elevadas pode ser atribuída à maior presença  
17 de colmos em relação a folhas. Aliado a isso, ocorre mudança na própria densidade  
18 volumétrica da forragem, que acaba reduzida no estrato superior nos pastos manejados  
19 com maior altura (60, 70 e 80 cm), dificultando a prensão da forragem, diferentemente  
20 do que ocorre manejados mais baixos (30, 40 e 50 cm) (Figura 2).

21           A estrutura dos pastos experimentada pelos animais nas alturas de 30 e 40 cm  
22 apresentou massa de forragem com elevada proporção de folhas (Figura 1). Nas alturas  
23 maiores que 60 cm os pastos eram demasiadamente altos, tanto com menor proporção  
24 de folhas (Figura 1) quanto com densidade volumétrica da forragem mais baixa (Figura

1 2), acarretando em redução acentuada da TI (Figura 3).

2

#### 3 4.2. “Depleção sem depressão”: Experimento 2

4 O método de pastejo com lotação intermitente, mais que outros métodos, impõe  
5 aos animais onde, quando e o quê pastar. Dessa forma, para se obter sucesso com esse  
6 método de pastejo, o manejador deve se preocupar em fornecer aos animais estruturas  
7 de pasto adequadas, que maximizem a taxa de ingestão. Portanto, deve-se iniciar o  
8 pastejo com elevada taxa de ingestão (50 cm no caso do sorgo forrageiro), Brereton et al.  
9 (2005), trabalhando com método de pastejo com lotação intermitente, encontraram  
10 incrementos iniciais na taxa de ingestão, sendo maximizada depois que o horizonte  
11 superior do pasto foi removido. Ou seja, no trabalho desses autores a altura inicial não  
12 maximizava a TI, assim, os animais entrariam em condição ótima somente quando  
13 tivessem removido 80% do horizonte superior (Ungar, 1998).

14 De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, nos tratamentos a partir  
15 de 50% do rebaixamento ocorreu redução linear na massa de colmos+bainhas pós-  
16 pastejo. Esses resultados indicam que os animais apenas passam a consumir esses  
17 componentes quando acessam horizontes de pastejo mais baixos, ou seja, quando as  
18 lâminas foliares se tornam escassas, presentes apenas na massa de forragem danificada  
19 pelo pisoteio, que tem um aumento acentuado em relação a MF em pé pós-pastejo nas  
20 maiores proporções de rebaixamento do pasto.

21 Como já discutido anteriormente, os valores de TI nas alturas iniciais são  
22 elevados. Quando o rebaixamento ocorre, a TI chega a valores de 0,10 g de MS por  
23 kg.PV.min<sup>-1</sup> ou 37 g de MS.min<sup>-1</sup>, valores muito menores que os iniciais, o que  
24 aumentaria, conseqüentemente, o tempo de pastejo (Allden e Whittaker, 1970).

1           Considerando-se o piquete do método de pastejo com lotação intermitente como  
2 um *patch* (ver definição de Illius e Gordon, 1999), e a teoria do forrageamento ótimo  
3 (Charnov, 1976), pode-se inferir que o uso otimizado do piquete por parte do animal  
4 estaria acontecendo somente enquanto a taxa de ingestão se mantivesse constante, a fim  
5 de que os pressupostos teóricos de eficiência fossem atendidos. Quando a TI começasse  
6 a diminuir o animal, se tivesse escolha, mudaria para um novo *patch* (Bailey et al.,  
7 1996). Seguindo essa analogia, e partindo de uma altura de pasto ideal para sorgo  
8 forrageiro de 50 cm, o Experimento 2 demonstrou que a TI maximizada poderia ser  
9 mantida ao longo do rebaixamento enquanto a mesma não ultrapassasse o limite de 40%  
10 da altura inicial (Figura 4). A partir do limite de 40% de remoção da altura pré-pastejo,  
11 os animais adentram em um horizonte de pastejo com maior frequência de colmos  
12 (Tabela 2), componente complicador do processo de ingestão. Tal condição impõe  
13 diminuição gradativa da TI até o final do período de ocupação do pasto (Figura 4). Da  
14 mesma forma, Searle et al. (2005) observaram respostas exponenciais e linear-quebrada  
15 do consumo em função do tempo que os animais permaneceram no *patch*.

16           Pode-se afirmar, portanto, que variações horizontais na disponibilidade e  
17 acessibilidade das partes preferidas da planta (lâminas foliares) e incremento na  
18 participação de componentes complicadores da ingestão (colmos+bainhas) são  
19 determinantes sobre a TI, visto que a MS de lâminas foliares diminui drasticamente em  
20 elevados níveis de depleção do pasto (Tabela 2), obrigando aos animais consumir  
21 colmos+bainhas. Drescher (2003) e Benvenuti et al. (2008) observaram que o aumento  
22 na proporção de colmos+bainhas nos estratos mais baixos do pasto não permite a  
23 manutenção de elevada taxa de ingestão.

24

## 1 **5. Conclusão**

2 Na ótica da maximização da taxa de ingestão deve-se ter meta de manejar o  
3 pasto de forma que os animais tenham a possibilidade de pastar em alturas de pasto de  
4 até 50 cm no pastejo contínuo. Da mesma forma, no método de pastejo com lotação  
5 intermitente, visando manejar o pasto de forma tal que aconteça a depleção do pasto  
6 sem, entretanto, haver “depressão” da estrutura do pasto, deve-se manejar o sorgo  
7 forrageiro com altura pré-pastejo de até 50 cm, e com rebaixamento de até no máximo  
8 40% da altura inicial, a ponto de permitir manutenção de elevada taxa de ingestão.

9

## 10 **6. Referências**

- 11 Allden, A.G., Whittaker, I.A.McD., 1970. The determinants of herbage intake by  
12 grazing sheep: The interrelationship of factors influencing herbage intake and  
13 availability. *Austr. J. Agric. Res.*, 21, 755-766.
- 14 Armstrong, R.H., Robertson, E., Hunter, E.A., 1995. The effect of sward height and its  
15 direction of change on herbage intake, diet selection and performance on weaned lambs  
16 grazing ryegrass swards. *Grass. Forage Sci.*, 50, 389–398.
- 17 Bailey, D.W., Gross, J.E., Laca, E.A., Rittenhouse, L.R., Coughenour, M.B., Swift,  
18 D.M., Sims, P.L., 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution  
19 patterns. *J. Range. Manage.*, 49, 386-400.
- 20 Barret, P.B., Laidlaw, A.S., Mayne, C.S., Christie, H., 2001. Pattern of herbage intake  
21 rate and bite dimensions of rotationally grazed dairy cows as sward height declines.  
22 *Grass. Forage Sci.*, 56, 362–373.
- 23 Barthram, G.T., 1985. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: Alcock,  
24 M.M. (Ed.), *Biennial Report of the Hill Farming Research Organization*. Hill Farming

- 1 Research Organization, Midlothian. pp. 29–30.
- 2 Baumont, R., Cohen-Salmon, D., Prache, S., Sauvant, D., 2004. A mechanistic model of  
3 intake and grazing behaviour in sheep integrating sward architecture and animal  
4 decisions. *Ani. Feed. Sci. Tech.*, 112, 5–28.
- 5 Benvenuti, M.A., Gordon, I.J., Poppi, D.P., 2008. The effects of stem density of  
6 tropical swards and age of grazing cattle on their foraging behaviour. *Grass. Forage Sci.*,  
7 63, 1–8.
- 8 Brereton, A.J., Holden, N.M., McGilloy, D.A., Carton, O.T., 2005. A model  
9 describing the utilization of herbage by cattle in a rotational grazing system. *Grass.*  
10 *Forage Sci.*, 60, 367–384.
- 11 Brereton, A.J., McGilloy, D.A., 1998. Sward factors and herbage intake. In: *Pasture*  
12 *Ecology and Animal Intake. Proceedings of a Workshop Held in Dublin, Occasional*  
13 *Publication No. 3. Dublin*, pp. 144–162.
- 14 Carrère, P.; Louault, F.; Carvalho, P.C.F., Lafarge, M., Soussana, J.F., 2001. How does  
15 the vertical and horizontal structure of a perennial ryegrass and white clover sward  
16 influence grazing? *Grass. Forage Sci.*, 56, 118–130.
- 17 Carvalho, P.C.F., Ribeiro Filho, H.M.N., Poli, C.H.E.C., Delagarde, R., 2001.  
18 Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em  
19 pastejo. In: *Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia: A produção*  
20 *animal na visão dos brasileiros, Piracicaba*, pp. 853–871.
- 21 Charnov, E.L., 1976. Optimal foraging: the marginal value theorem. *Theor. Popul. Biol.*,  
22 9, 129–136.
- 23 Chilibroste, P., Tamminga, S., Boer, H., 1997. Effects of length of grazing session,  
24 rumen fill and starvation time before grazing on dry-matter intake, ingestive behaviour

- 1 and dry-matter rumen pool sizes of grazing lactating dairy cows. *Grass Forage Sci.* 52,  
2 249-257.
- 3 Damasceno, J.C.; Rego, F.L.A.; Frohmut, K.R.; Roehsig, L.; Cortes, C.; Cecato, U.,  
4 2003. Bite characteristics in response to intake rate by steers and sward structure in  
5 *Panicum maximum* (Tanzânia grass), *Brachiaria brizantha* and *Arachis pintoi* pastures.  
6 In: World Conference on Animal Production, 9, Proceedings...Porto Alegre, p.120.
- 7 Demment, M.W., Laca, E.A., 1993. The grazing ruminant: models and experimental  
8 techniques to relate sward structure and intake. In: Proceedings of the World  
9 Conference on Animal Production, Edmonton, Canada, 1993. pp. 439–460.
- 10 Demment, M.W., Peyraud, J.L., Laca, E.A., 1995. Herbage intake at grazing: a  
11 modelling approach. In: Journet, M., Grenet, E., Farce, M.H., Thèriez, M., Demarquilly,  
12 C. (eds.). Recent Developments in the Nutrition of Herbivores, Proceedings of the IVth  
13 International Symposium on the Nutrition of Herbivores. Paris: INRA Editions. pp.  
14 121–141.
- 15 Drescher, M., 2003. Grasping complex matter: large herbivore foraging in patches of  
16 heterogeneous resources. PhD Thesis, Wageningen University.
- 17 Flores, E.R., Laca, E.A., Griggs, T.C., Demment, M.W., 1993. Sward height and  
18 vertical morphological differentiation determine cattle bite dimensions. *Agronomy J.*,  
19 85, 527–532.
- 20 Forbes, T.D.A., 1988. Researching the plant-animal interface: the investigation of  
21 ingestive behavior in grazing animal. *J. Anim. Sci.*, 66, 2369–2379.
- 22 Galli, J.R., Cangiano, C.A., 1998. Relación entre la estructura de la pastura y las  
23 dimensiones del bocado y sus implicancias en el consumo en bovinos. *Rev. Arg. Prod.*  
24 *Anim.*, 18, 247–261.

- 1 Gonçalves, E.N., Carvalho, P.C.F., Kunrath, T.R., Carassai, I.J., Bremm, C., Fisher, V.,  
2 2009. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: processo de ingestão  
3 de forragem. *Rev. Bras. Zootec.*, 38, 1655–1662.
- 4 Gordon, I.J., Benvenuti, M., 2006. Food in 3D: how ruminant livestock interact with  
5 sown sward architecture at bite scale. In: *Feeding in domestic vertebrates: from*  
6 *structure to behavior*. CAB International. 15, 263–277.
- 7 Hodgson, J., 1985. The control of herbage intake in the grazing ruminant. *Proceedings*  
8 *of the Nutrition Society*. 44, 339–346.
- 9 Hodgson, J., 1990. *Grazing Management. Science into Practice*, Hong Kong.
- 10 Illius, A.W., Gordon, I.J., 1999. The physiological ecology of mammalian herbivory. In:  
11 Jung, H.J.G., Fahey Jr., G.C. (Eds.). *Nutritional Ecology of Herbivores*. International  
12 Symposium on the nutrition of herbivores, San Antonio, USA. *Proceedings...* 5, 71-96.
- 13 Laca, E.A., 1992. The feeding ecology of grazing ruminants: Experiments and models  
14 on the mechanisms and factors that determine intake rate. PhD. Thesis, University of  
15 California, Davis, USA, pp. 258.
- 16 Laca, E.A., Ungar, E.D., Demment, M.W., 1992. Effects of sward height and bulk  
17 density on bite dimensions of cattle grazing homogenous swards. *Grass. Forage Sci.*, 47,  
18 91–102.
- 19 Penning, P.D.; Hooper, G.E.N., 1985. A evaluation of the use of short-term weight  
20 changes in grazing sheep for estimating herbage intake. *Grass. Forage Sci.*, 40, 79–84.
- 21 Rutter, S.M., Champion, R.A., Penning, P.D., 1997. An automatic system to record  
22 foraging behaviour in free-ranging ruminants. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 54, 185–195.
- 23 Searle, K.R., Vandervelde, T., Hobbs, N.T., Shipley, L.A., 2005. Gain functions for  
24 large herbivores: tests of alternative models. *J. Anim. Ecol.*, 74, 181–189.

- 1 Stuth, J.W., Brown, J.R., Olson, P.D., Araujo, M.R., Aljoe, H.D., 1987. Effects of  
2 stocking rate on critical plant-animal interactions in a rotationally grazed *Schizachyrium*  
3 - *Paspalum savannah*. In: Horn F.P., Hodgson, J., Mott, J.J., Brougham, R.W. (eds).  
4 *Grazing Land Research at the Plant–Animal Interface*. pp. 115–139. Morrilton, AR:  
5 Winrock International Institute, pp. 115–139.
- 6 Ungar, E.D., 1996. Ingestive behaviour. In: Hodgson, J., Illius, A. (Eds.). *The ecology*  
7 *and management of grazing systems*. Wallingford: CAB International,. pp. 185–218.
- 8 Ungar, E.D., 1998. Changes in bite area and bite depth during patch depletion by cattle.  
9 In: Gibb, M.J. (Ed.). *Proceedings... IXth European Intake Workshop on Techniques for*  
10 *Investigating Intake and Ingestive Behaviour by Farm Animals*, IGER, North Wyke., pp.  
11 81–82.
- 12 Utsumi, S.A., 2002. Efecto de la distribución espacial del forrage sobre el  
13 comportamiento de vacas en pastoreo. *Magister Scientiae*. Tesis. Facultad de ciencias  
14 agrarias – Universidad nacional de mar del plata., pp. 237.
- 15 Wade, M.H., 1991. Factors affecting the availability of vegetative *Lolium perenne* to  
16 grazing dairy cows with special reference to sward characteristics, stocking rate and  
17 grazing me  
18 thod. Ph.D. Thesis. Université de Rennes, France.

### **3.CAPITULO III**

## **Relações planta-animal em sorgo forrageiro sob diferentes alturas de pasto e níveis de rebaixamento<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Artigo Elaborado de acordo com as normas da Applied Animal Behaviour Science (Apêndice 2)

1 **Relações planta-animal em sorgo forrageiro sob diferentes alturas de pasto e níveis**  
2 **de rebaixamento**

3  
4 **Resumo**

5 A exploração eficiente dos sistemas pastoris requer a criação de estruturas de  
6 pasto adequadas ao processo de pastejo. Este trabalho foi baseado na hipótese de que  
7 diferentes alturas influenciam o processo de colheita de forragem por animais em  
8 pastejo. O objetivo foi determinar a altura pré-pastejo, e a proporção dessa altura no  
9 rebaixamento que permita a otimização da colheita de forragem pelo animal em pastejo,  
10 entendida como a maximização dos componentes básicos da taxa de ingestão (massa e  
11 taxa de bocados) para novilhas pastejando sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*). Foram  
12 realizados dois experimentos na EEA/UFRGS entre dezembro de 2009 e abril de 2010.  
13 Os tratamentos do experimento 1 consistiram de seis alturas pré-pastejo (30, 40, 50, 60,  
14 70 e 80 cm). No experimento 2 foram avaliadas porcentagens da altura pré-pastejo  
15 (definido no experimento 1) no rebaixamento do pasto, sendo os tratamentos  
16 correspondentes a 17, 34, 50, 67 e 84% de rebaixamento da altura pré-pastejo. O  
17 delineamento utilizado em ambos os experimentos foi o de blocos completos  
18 casualizados, com duas repetições no experimento 1 e três repetições no experimento 2.  
19 Foram utilizadas 4 novilhas com idade e peso médio de  $24 \pm 2$  meses e  $306 \pm 56,7$  kg para  
20 o experimento 1. Três desses animais foram utilizados para o experimento 2, na ocasião  
21 com  $26 \pm 2$  meses e  $339 \pm 45,5$  kg. O consumo foi estimado pela técnica da dupla pesagem  
22 e corrigida para a perda de peso metabólico e, posteriormente, utilizado para o cálculo  
23 da massa do bocado. Os movimentos mandibulares foram registrados pelo aparelho  
24 IGER Behaviour Recorder obtendo-se o tempo efetivo de alimentação e o número de  
25 movimentos mandibulares pelo software *Graze*. Outras variáveis calculadas foram: taxa

1 bocados, taxa de movimentos mandibulares de não bocados (manipulação+mastigação),  
2 para ambos os experimentos, e o número de movimentos mandibulares totais por grama  
3 de matéria seca preendida para o experimento 2. No experimento 1 observou-se que  
4 alturas demasiadamente baixas ou altas prejudicam a aquisição de forragem pelo animal.  
5 Pastos com altura próximas a 50 cm maximizaram o processo de colheita da forragem.  
6 O experimento 2 mostrou que tal maximização é mantida até que ocorra rebaixamento  
7 de 40% da altura de entrada no piquete, quando o padrão do processo ingestivo se  
8 modifica e ocorre redução na massa e na taxa de bocados. Os resultados apontam para  
9 metas estruturais de manejo de pastos de sorgo forrageiro que permitem otimizar o  
10 processo de colheita de forragem por animais em pastejo. Alturas de pastejo ótima de  
11 até 50 cm, sendo esta, também, a altura de entrada no método de pastejo com lotação  
12 intermitente. E remoção de de até 40% da altura de entrada.

13

14 **Palavras Chaves:** depleção do pasto, processos de colheita de forragem, relações planta  
15 animal

16

### 17 ***1. Introdução***

18 O desempenho dos sistemas pastoris tem sido baseado em altas taxas de lotação  
19 animal acompanhadas de elevadas taxas de utilização da forragem produzida,  
20 comprometendo, dessa forma, o desempenho individual dos animais (Dillon, 2006).  
21 Essas práticas de manejo afetam a estrutura do pasto e esta, por sua vez, afeta o  
22 crescimento vegetal e os padrões de colheita de forragem pelos animais em pastejo,  
23 particularmente a massa e a taxa de bocados (Carvalho et al., 2009). A exploração  
24 eficiente de sistemas pastoris requer o desenvolvimento de métodos de pastejo

1 designados a criar estruturas de pasto que otimizem essas variáveis (Dillon, 2006;  
2 Carvalho et al., 2009), mantendo alta qualidade do pasto (quantidade, estrutura,  
3 acessibilidade) ao longo do tempo.

4           Inúmeros estudos têm focado nas relações entre a estrutura do pasto e a  
5 ingestão de MS por bocado, assumindo ser este parâmetro de notável importância sobre  
6 o consumo diário de forragem pelos animais em pastejo e seu desempenho produtivo  
7 (e.g. Laca et al., 1992; Carvalho, 1997; Gonçalves et al., 2009). À primeira vista, o ato  
8 de tomar um simples bocado, parece irrelevante face à complexidade dos padrões do  
9 processo ingestivo (Shiple, 2007). Pensando que um herbívoro toma milhares de  
10 bocados por dia, um único bocado pode não ter grandes consequências. No entanto, pela  
11 frequência absoluta de sua ocorrência, um erro sistemático se agravará ao longo dos dias  
12 e estações com consequências potencialmente grandes (Shiple, 2007). Segundo  
13 Penning et al. (1991), a altura do pasto, dentre as características estruturais, é a que mais  
14 influencia o animal na decisão por um bocado e, por isso, a altura ideal de pastejo pode  
15 ser considerada como decisiva no sucesso da produção animal em pastagens.

16           Com a depleção da forragem, além da redução da altura, a densidade  
17 volumétrica da forragem aumenta e a relação folha/colmo diminui (Barrett et al., 2001).  
18 Associada com as alterações em estrutura do pasto está a progressiva redução na taxa de  
19 ingestão de forragem (Barrett et al., 2001), resultado da redução em massa do bocado,  
20 que interfere negativamente no consumo diário de matéria seca. Em resposta a  
21 mudanças na estrutura do pasto, ruminantes em pastejo alteram características do  
22 bocado tais como sua dimensão, massa e frequência (Carvalho et al., 2009). Dessa  
23 forma, a manutenção de estruturas de pasto que pouco se alterem ao longo do  
24 rebaixamento, permite a manutenção de elevada massa do bocado obtendo, dessa forma,

1 elevadas taxas de ingestão e, por conseqüência, maior consumo diário.

2 Este trabalho foi baseado na hipótese de que diferentes alturas influenciam o  
3 processo de pastejo pelos animais. Procurou-se determinar a altura pré-pastejo bem  
4 como a proporção dessa altura no rebaixamento, que permitam a otimização da colheita  
5 de forragem pelo animal em pastejo, entendida como a maximização dos componentes  
6 básicos da taxa de ingestão: massa e taxa de bocados. Para tanto, o protocolo utilizou  
7 como modelo animal novilhas em crescimento, e como modelo vegetal uma espécie  
8 tropical anual de porte ereto, o sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor.*).

9

## 10 **2. Material e Métodos**

### 11 **2.1 Local área e período experimental**

12 Os experimentos foram conduzidos na Estação Experimental Agronômica da  
13 Universidade Federal do Rio Grande do Sul - EEA/UFRGS. A área utilizada foi de  
14 5500 m<sup>2</sup> de sorgo forrageiro cultivar BR 501 semeada em 16 de dezembro de 2009, e  
15 outra de 4820 m<sup>2</sup> da mesma cultivar semeada em 5 de fevereiro de 2010, para os  
16 experimentos 1 e 2, respectivamente. Em ambos os experimentos utilizou-se os mesmos  
17 tratos culturais. O método de plantio utilizado foi o plantio direto, com densidade de  
18 semeadura de 33 kg.ha<sup>-1</sup> e distância entre linhas de 0,17 m. A adubação foi realizada de  
19 acordo com a análise de solo, aplicando-se o equivalente a 20 kg.ha<sup>-1</sup> de N, além de 100  
20 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O no momento do plantio e após 20 dias da semeadura aplicou-se o  
21 correspondente a 200 kg.ha<sup>-1</sup> de N

22 Os testes de pastejo do experimento 1 foram realizados no período entre 12 de  
23 janeiro e 11 de março de 2010. O experimento 2, por sua vez, foi realizado no período  
24 de 5 a 15 de abril. Ao todo foram realizados 12 testes de pastejo de 45 minutos exatos,

1 para o experimento 1, e 15 testes de  $45\pm 5$  minutos para o experimento 2, sempre no  
2 início da manhã e no final da tarde para ambos os experimentos.

### 3 **2.2 Animais**

4 Foram utilizadas 4 novilhas com idade e peso médio de  $24\pm 2$  meses e  $306\pm 56,7$   
5 kg para o experimento 1. Destas, três foram utilizadas para o experimento 2, as quais  
6 estavam na ocasião com  $26\pm 2$  meses e  $339\pm 45,5$  kg. Os animais foram habituados ao  
7 procedimento experimental nos 30 dias que antecederam a realização de cada  
8 experimento, permanecendo em área adjacente com pastagem de sorgo forrageiro. No  
9 experimento 1 os animais não passaram por jejum, enquanto que no experimento 2 os  
10 animais permaneceram em jejum de sólidos por cinco horas antes de cada teste de  
11 pastejo. Fez-se isto pois sem jejum os animais não rebaixariam nos elevados níveis de  
12 rebaixamento. O procedimento de habituação experimento 2 contemplava também o  
13 jejum.

### 14 **2.3 Tratamentos**

15 Os tratamentos do experimento 1 consistiram de seis alturas de pasto (30, 40, 50,  
16 60, 70 e 80 cm) num delineamento de blocos completos casualizados com duas  
17 repetições. No experimento 2 os tratamentos consistiram de porcentagens da altura de  
18 entrada dos animais, definida no experimento 1 (Capítulo II) para realizar o  
19 rebaixamento dos pastos. Os níveis de rebaixamento foram de 16, 33, 50, 67 e 84%,  
20 assim definidas visando equidistância entre os tratamentos. O delineamento utilizado foi  
21 o de blocos incompletos casualizados com três repetições. Em ambos os experimentos o  
22 critério de bloqueamento foi o período do dia de realização das avaliações (manhã ou  
23 tarde). A unidade experimental correspondeu à média do conjunto de quatro animais  
24 para o experimento 1 e de três animais no experimento 2.

1 O tamanho da área de cada unidade experimental do experimento 1 foi  
2 dimensionado para que a altura pré- e pós-pastejo não variasse em mais de 5% visando,  
3 dessa forma, que a mesma estrutura de pasto que o animal encontrasse quando  
4 desferisse seu primeiro bocado no início do teste de pastejo estivesse disponível ainda  
5 quando do término do teste de pastejo. Para tanto, o tamanho dos piquetes do  
6 experimento 1 foi de 600 m<sup>2</sup>. Para o experimento 2, o dimensionamento dos piquetes foi  
7 tal que a porcentagem de rebaixamento determinada para cada tratamento fosse atingida  
8 num mesmo período de tempo (item 2.1.) para todos os tratamentos. Para tanto, o  
9 tamanho dos piquetes foram: 298, 144, 85, 54 e 36 m<sup>2</sup> para os tratamentos de  
10 rebaixamento de 16, 33, 50, 67 e 84%, respectivamente. Os tamanhos dos piquetes de  
11 ambos os experimentos foram baseados em testes realizados previamente à execução de  
12 cada experimento. Para o experimento 1 os testes consistiram em realizar o pastejo por  
13 45 min em uma área definida e proceder a medição de altura para checar a manutenção  
14 de apenas 5% de diferença entre a altura pré e pós, fez esse procedimento até se atingir a  
15 área do piquete ideal. Para o experimento 2 por sua vez, realizaram-se testes parecido,  
16 no entanto, em áreas bem menores e após os 45 min avaliou-se o rebaixamento, e então,  
17 por meio de cálculos de proporcionalidade, considerando o rebaixamento obtido em  
18 determinada área e o rebaixamento de cada tratamento obteve-se a área de cada unidade  
19 experimental nos distintos tratamentos.

#### 20 ***2.4 Medições no pasto***

21 Para determinação da massa de forragem (MF) pré-pastejo foram realizados  
22 cortes utilizando-se quadros de 0,153m<sup>2</sup> em ambos os experimentos. Para o experimento  
23 1 foram realizados 5 cortes estratificados, enquanto para o experimento 2 foram  
24 realizados 3 cortes estratificados a cada 10 cm de altura por unidade experimental. Essas

1 amostras foram posteriormente separadas nos componentes morfológicos lâmina foliar e  
2 colmo+bainha. Todas as amostras foram secas em estufa a 55°C por no mínimo 72  
3 horas. A massa de forragem total correspondeu à média do somatório das massas de  
4 lâmina foliar mais as massas de colmo+bainha de cada amostra extrapoladas para kg de  
5 massa seca (MS) por hectare. A densidade volumétrica da forragem foi calculada  
6 utilizando-se a MF dividida pelo volume de cada estrato. Para as medições de altura do  
7 pasto utilizou-se um bastão graduado (*Sward stick*). Foram medidos 200 pontos por  
8 unidade experimental no pré- e no pós-pastejo, em ambos os experimentos.

### 9 **2.5 Medições nos animais**

10 Antes de cada teste de pastejo os animais foram equipados com coletores de  
11 fezes e urina, além do registrador automático de movimentos mandibulares. Após os  
12 testes de pastejo os animais permaneciam em área adjacente não vegetada,  
13 impossibilitados de consumir alimento ou água por um período de 45 minutos, com  
14 objetivo de determinação das perdas insensíveis (evaporação de H<sub>2</sub>O, perda e produção  
15 de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>).

16 O consumo de forragem obtido pela técnica da dupla pesagem, descrita por  
17 Penning e Hooper (1985), para tanto utilizou-se uma balança de precisão de 10 g. Este  
18 consumo foi corrigido pelo teor de matéria seca (MS) da forragem em ambos os  
19 experimentos. Esse teor de MS foi estimado por meio do corte de duas amostras por  
20 unidade experimental antes do teste de pastejo e duas amostras após o pastejo. No  
21 experimento 1 as amostras foram obtidas a partir da metade superior das plantas, pois se  
22 considerou uma relação de proporcionalidade entre remoção de forragem a cada bocado  
23 e altura da planta, proporção esta de 50% da planta a cada bocado (Galli e Cangiano,  
24 1998; Laca et al., 1992; Gonçalves et al., 2009). Para o experimento 2 foram coletadas

1 amostras até a altura de rebaixamento pretendida para cada tratamento.

2 Durante os testes de pastejo os animais portavam IGER Behaviour Recorder que  
3 registravam todos os movimentos mandibulares. Os dados oriundos desses  
4 equipamentos foram posteriormente analisados pelo *software Graze* (Rutter et al., 1997),  
5 que identifica os movimentos mandibulares totais e os distingue em movimentos de  
6 bocados, e de não bocados (movimentos de manipulação+mastigação), bem como o  
7 tempo efetivo de alimentação (descontando-se os intervalos intra-refeição). Esses dados  
8 foram utilizados para os cálculos da massa do bocado (MB), taxa de bocado (TB), taxa  
9 de não bocados (TNB) e relação movimentos mandibulares totais por grama de MS  
10 preendida.

11 A MB (mg de MS.kg.PV<sup>-1</sup>) foi calculada pelo quociente entre o consumo de  
12 matéria seca durante o teste de pastejo, e o número total de bocados, ajustada para o  
13 peso vivo do animal. A TB (num.min<sup>-1</sup>) foi obtida por meio da divisão entre o número  
14 total de bocados pelo tempo efetivo de alimentação. A variável relação entre  
15 movimentos mandibulares totais por g de MS preendida foi calculada dividindo-se o  
16 número de movimentos mandibulares totais pelo consumo de matéria seca durante o  
17 teste de pastejo. A taxa de não bocados (movimentos de manipulação+mastigação) foi  
18 calculada por meio do quociente entre o número de movimentos mandibulares de não  
19 bocados e o tempo efetivo de alimentação.

## 20 **2.6 Análises estatísticas**

21 Foi realizada análise de variância em nível de 5% de significância para as  
22 características do pasto, e quando detectadas diferenças, as médias foram comparadas  
23 pelo teste de Tukey (P<0,05). Para as variáveis animais foram realizadas análises de  
24 regressão linear ( $y_{ij} = a + bx + \epsilon_{ij}$ ), quadrática ( $y_{ij} = a + bx + cx^2 + \epsilon_{ij}$ ) e equação

1 segmentada (*broken line*,  $y_{ij} = L + U [(R < x) (R - x)] + \epsilon_{ij}$ ) utilizando-se o software  
2 JMP version 8 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). As equações foram comparadas  
3 por meio dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ), desde que significativas ( $P < 0,05$ ). Em  
4 todas as análises o grupo de animais-teste foi utilizado como unidade experimental.

5

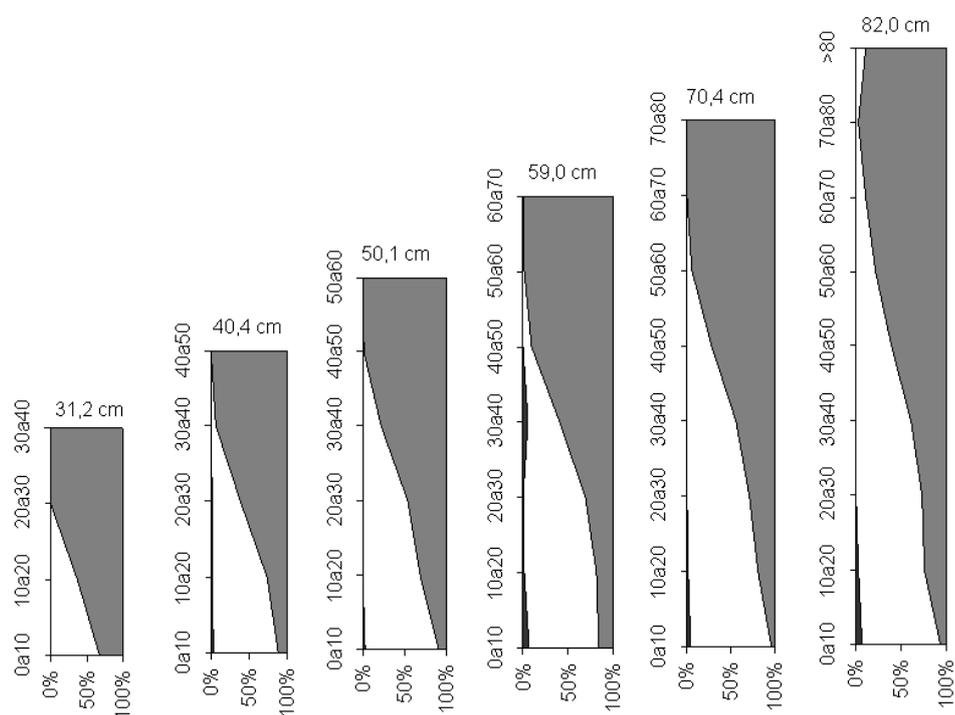
### 6 **3. Resultados**

#### 7 **3.1 Experimento 1**

8

9 As alturas de pasto que de fato foram trabalhadas estiveram muito próximas das  
10 alturas pretendidas, demonstrando a efetiva imposição dos tratamentos (Figura 1). A  
11 distribuição vertical dos componentes apresentados na Figura 1, mostram uma elevação  
12 da massa de forragem dos componentes (lâminas foliares e colmos+bainhas) e  
13 conseqüentemente da massa de forragem total com a elevação da altura do pasto. ( $P =$   
14 0,0071).

15



1

2 Figura 1: Altura real, distribuição da proporção dos componentes da massa de forragem  
 3 (MF), sendo eles: lâminas foliares ■ (LF), colmo+bainha □ (CB) e material morto (MM)  
 4 ■.

5 A densidade volumétrica da forragem na massa total se reduziu nos estratos  
 6 superiores do pasto (Tabela 1). A densidade volumétrica de lâminas (Tabela 1)  
 7 apresentou-se maior densidade nos estratos superiores, particularmente nas alturas até  
 8 50 cm.

9

10

11

12

13

14

- 1 Tabela 1: Densidade volumétrica da massa total (g de MS.m<sup>-3</sup>), de colmos+bainhas (g  
2 de MS.m<sup>-3</sup>) e das lâminas foliares (g de MS.m<sup>-3</sup>) por estrato, segundo alturas de pré-  
3 pastejo em pastos de sorgo forrageiro.

Estrato	Altura do pasto (cm)					
	30	40	50	60	70	80
	Massa total (g de MS.m <sup>-3</sup> )					
>80						23b
80-70					30b	353a
70-60				37b	345a	434a
60-50			41b	379ab	425a	425a
50-40		34b	259a	369ab	356a	449a
40-30	65b	218b	303a	384a	436a	340a
30-20	298a	252ab	311a	376ab	455a	483a
20-10	318a	307a	332a	465a	441a	474a
10-0	489a	308a	305a	441ab	589a	516a
Média±EPM	265±34,7	237±12,21	254±25,2	336±75,5	353±46,6	370±48,2
	Lâminas foliares (g de MS.m-3)					
>80						23d
80-70					30c	334ab
70-60				37c	345ab	371a
60-50			41d	374a	403a	324ab
50-40		34b	255a	331ab	266abc	265b
40-30	65c	218ab	233ab	275ab	197abc	152c
30-20	298a	221a	139bc	125abc	139abc	112cd
20-10	210ab	124ab	102cd	88bc	96bc	114cd
10-0	109bc	47ab	23cd	39bc	30c	46cd
Média±EPM	180±24,9	151±28,7	142±22,9	191±48,9	212±47,7	218±18,8
	Colmos+bainhas (g de MS.m-3)					
>80						0,0f
80-70					0,0e	19ef
70-60				0,0b	1,7e	62def
60-50			0,0b	4,8b	22de	101def
50-40		0,0b	4,0b	37b	90d	183cd
40-30	0,0c	0,0b	69ab	109ab	239c	188bcde
30-20	0,0c	32b	172a	250ab	315bc	371ab
20-10	107,0b	180a	230a	372a	342b	343abc
10-0	308a	260a	266a	387a	537a	424a
Média±EPM	85±18,9	85±18,5	111±37,9	143±44,4	138±13,5	147±30,8

4 Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey

5 EPM – Desvio padrão da média

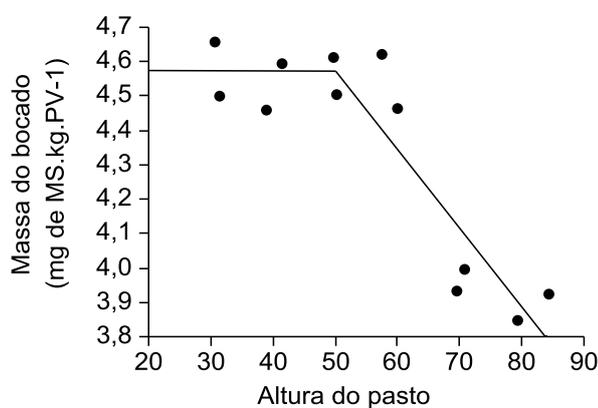
6 NS - Não significativo

7

8 Os colmos e as bainhas (Tabela 1), por se tratarem de estruturas que

1 desempenham papéis semelhantes diante do processo de pastejo do animal (barreira ao  
 2 aprofundamento do bocado), foram quantificados conjuntamente numa única variável  
 3 de densidade volumétrica. Foi observado aumento desses componentes com o aumento  
 4 da altura total da planta.

5 A massa do bocado se manteve constante até alturas de pasto em torno de 55  
 6 cm, a partir de onde apresentou queda (Figura 2).



7

8 Figura 2: Massa do bocado ( $y = 4,55 + 0,027 (55 - x)$ , se  $x > 55$ , e  $y = 4,55$  se  $x < 55$ ;  
 9  $R^2 = 0,85$ ;  $P < 0,0001$ ;  $EPM = 0,13$ ) em função de alturas de pré-pastejo em pastos de  
 10 sorgo forrageiro.

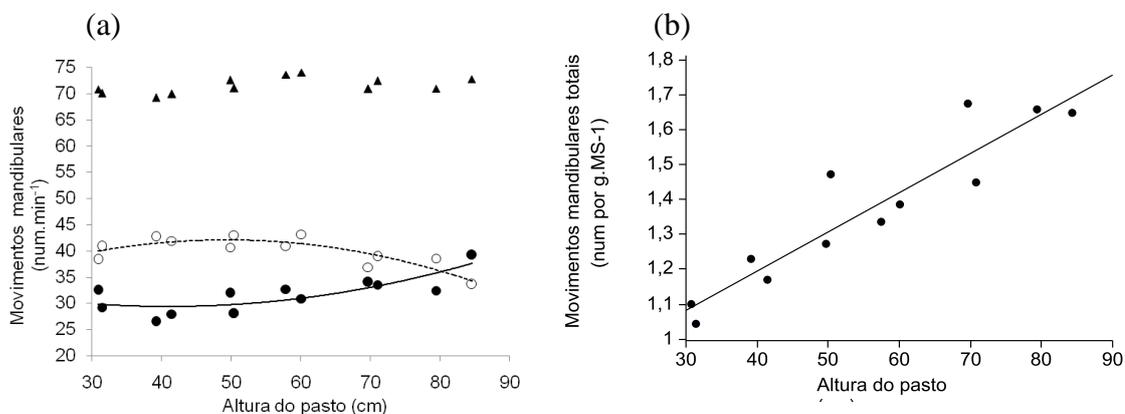
11

12 A taxa de movimentos mandibulares totais no decorrer do teste de pastejo foi  
 13 constante, com média de  $71,5 \pm 1,53$  movimentos por minuto. A taxa de movimentos  
 14 mandibulares de não bocados (composto por movimentos de manipulação+mastigação)  
 15 apresentou uma queda nas menores alturas de pasto, aumentado a partir da altura de 50  
 16 cm (Figura 2). A taxa de bocados apresentou relação quadrática com as alturas  
 17 estudadas (Figura 3a), com o valor máximo encontrando-se próximo a 50 cm de altura  
 18 do pasto. A partir de 50 cm as taxas de bocado diminuiriam, porém, a taxa de  
 19 movimentos de não bocados aumentou, mantendo os MMT constantes. Os MMT por  
 20 grama de MS preendida, por sua vez, aumentaram linearmente em função das alturas de

1 pasto avaliadas (Figura 3b).

2

3



4

5 Figura 3: (a) Taxa de movimentos mandibulares totais ▲-NS (P=0,0929); Taxa de

6 bocados o ..... (y=46,19-0,08x - 0,006(x-55,5)<sup>2</sup> ; R<sup>2</sup>=0,74; P=0,0024; EPM=1,61)

7 e taxa de movimentos mandibulares de não bocados ● — (y=23,28 + 0,125x +

8 0,004(x-55,5); R<sup>2</sup>=0,65; P=0,0091; EPM=2,23); (b) Relação movimentos mandibulares

9 totais por grama de matéria seca preendida (y = 0,74 + 0,011x; R<sup>2</sup>=0,86 P<0,0001;

10 EPM=0,08) em função de alturas de pré-pastejo em pastos de sorgo forrageiro.

11

### 12 3.2 Experimento 2

13 A Tabela 2 apresenta a caracterização do pasto ao longo do perfil vertical

14 estratificado a cada 10 cm de altura na condição de pré-pastejo. Essa caracterização está

15 apresentada na média de todos os tratamentos. A MF total média dos tratamentos

16 correspondeu a 2742±148 kg.ha<sup>-1</sup>. A densidade volumétrica de lâminas concentrou-se

17 nos estratos superiores do pasto (acima de 30 cm). De maneira inversa, a densidade

18 volumétrica de colmos+bainhas foi maior nos estratos abaixo de 30 cm (Tabela 2).

19

20

21

1 Tabela 2: Massa de forragem total (MF), densidade volumétrica de lâminas foliares  
 2 (DLF), densidade volumétrica de colmos+bainhas (DCB) e densidade volumétrica total  
 3 na condição de pré-pastejo de pastos de sorgo forrageiro submetidos a níveis de  
 4 rebaixamento.

Estrato	MF (kg.ha <sup>-1</sup> )	DLF (g de MS.m <sup>-3</sup> )	DCB (g de MS.m <sup>-3</sup> )	Densidade total (g de MS.m <sup>-3</sup> )
50-52,3	594a	542,3a	0,0e	542a
50-40	364c	361,5b	2,9e	364c
40-30	405bc	313,4b	91,3d	405c
30-20	417bc	184,4c	233,0c	417cd
20-10	449abc	117,8cd	331,6b	449abc
10-0	513ab	91,4d	421,5a	513ab
Média±EPM	457±137,2	268±82,3	180,1±59,0	449±101,2
P	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001

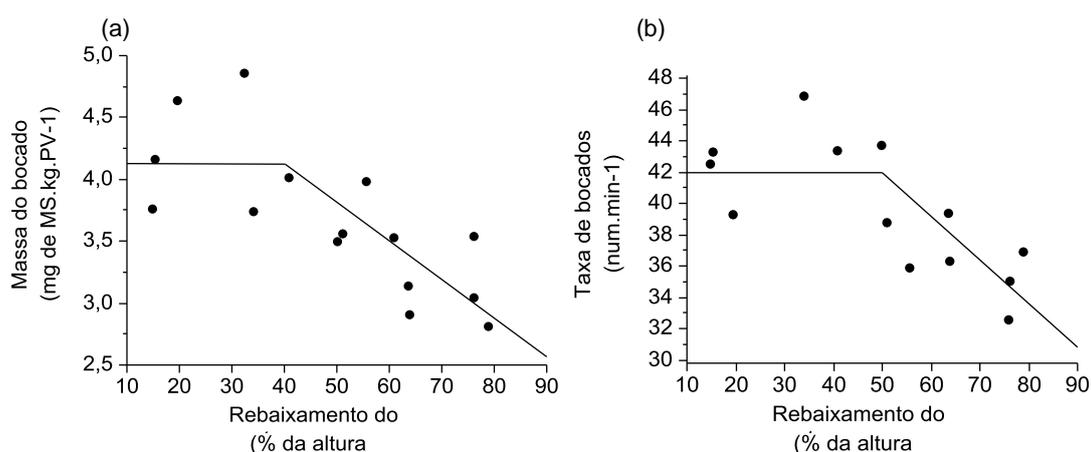
5 Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey

6

7 A massa do bocado e a taxa de bocados permaneceram constantes até 40 e 50%  
 8 de rebaixamento do pasto, respectivamente. A partir de então, apresentaram  
 9 diminuições lineares (Figura 4 a b).

10

11



12

13 Figura 4: (a) Massa do bocado ( $y = 4,19 + 0,027 (32,5-x)$ , se  $x > 32,5$ , e  $y = 4,19$  se  $x < 32,5$ ;

14  $R^2 = 0,64$   $P = 0,0006$ ;  $EPM = 0,38$ ) e (b) taxa de bocados ( $y = 42,9 + 0,215 (50-x)$ , se  $x > 50$ ,

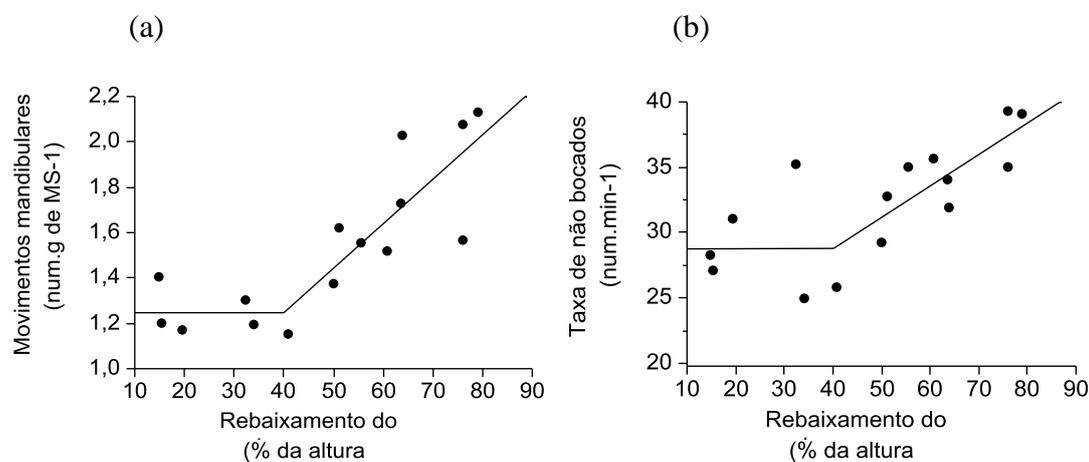
15 e  $y = 42,9$  se  $x < 50$ ;  $R^2 = 0,60$ ;  $P = 0,0021$ ;  $EPM = 2,78$ ) em função de níveis de

1 rebaixamento de pastos de sorgo forrageiro.

2

3 Assim como no experimento 1, os MMT foram constantes nos testes de pastejo,  
 4 com média de  $3155 \pm 424,7$ . Entretanto, de acordo com a Figura 5, a partir de 40% de  
 5 rebaixamento do pasto observou-se aumento linear do número de MMT por grama de  
 6 MS consumida, assim como da taxa de movimentos de não-bocados  
 7 (manipulação+mastigação) (Figura 5 a e b).

8



9

10 Figura 5: (a) Movimentos mandibulares totais (MMT) por grama de MS preendida ( $y=$   
 11  $1,25 - 0,020 (40,8-x)$ , se  $x > 40,8$ , e  $y=1,25$  se  $x < 40,8$ ;  $R^2 = 0,75$ ,  $P < 0,0001$   $EPM=0,17$ ) e  
 12 (b) taxa de movimentos de não bocados (TNB) ( $y=28,8 - 0,241 (41,0-x)$ , se  $x > 41$ , e  
 13  $y=28,8$  se  $x < 41$ ;  $R^2 = 0,62$ ,  $P = 0,0005$ ;  $EPM=2,87$ ) em função de níveis de rebaixamento  
 14 de pastos de sorgo forrageiro.

15

#### 16 **4. Discussão**

##### 17 **4.1 Influências de diferentes alturas do pasto no processo de colheita**

18 Os valores de MB encontrados nos tratamentos de melhor estrutura foram de  
 19  $4,55$  mg de MS por  $kg.PV^{-1}$ , próximos ao encontrado por Silva (2004) de até  $6,52$  mg de  
 20 MS por  $kg.PV^{-1}$  com novilhas pastejando capim-mombaça, e elevados quando

1 comparados com os de Gonçalves et al. (2009) que encontraram valores de 2,98 mg de  
2 MS por kg.PV<sup>-1</sup> em bezerras pastejando uma pastagem nativa com 8 cm de altura. A  
3 MB foi constante até 50 cm de altura do pasto (Figura 2). Considerando uma  
4 profundidade de bocado constante de 50% da altura do pasto (e.g. Flores et al., 1993;  
5 Laca et al., 1992), e que as variáveis determinantes da massa do bocado são a  
6 profundidade, área do bocado e a densidade volumétrica do estrato pastejado (Baumont  
7 et al., 2004; Hodgson et al., 1997) e que Segundo Hodgson et al. (1997), a área e a  
8 profundidade do bocado são pouco sensíveis em resposta às características do dossel. O  
9 fator responsável pela manutenção da MB constante nas menores alturas avaliadas (30,  
10 40 e 50 cm) é a densidade volumétrica da forragem do estrato pastejado (50% superior),  
11 a qual foi diminuída no tratamento de altura de 40 cm em comparação com 30 cm e 50  
12 cm (Tabela 1), fazendo com que o animal aumentasse a TB até 50 cm de altura do pasto  
13 (Figura 3).

14 Como o número de MMT é constante em relação ao tempo ao longo do pastejo  
15 (Carvalho et al., 2001) e que, como citado anteriormente a MB foi constante até 50 cm,  
16 e a TB é maior nesta altura, pode-se dizer que alturas próximas de 50 cm proporciona  
17 estrutura de pasto de maior facilidade de colheita em sorgo forrageira ou maior  
18 atratividade para o animal. Este fato pôde ser evidenciado pelos movimentos de não  
19 bocados (manipulação+mastigação), os quais diminuíram até alturas próximas a 50 cm,  
20 o que demonstra o encontro de estrutura do pasto de maior atratividade em torno de 50  
21 cm, por isso os animais alocaram mais bocados, buscando serem mais eficientes no  
22 processo de colheita.

23 A partir de 50 cm de altura a MB (Figura 2) diminui, o que também esteve  
24 relacionado com os movimentos de não bocados. Nesse caso, a necessidade de

1 movimentos de manipulação é maior, pois os animais encontram dificuldades de manter  
2 a MB e também a TB (Figura 3). Ou seja, considerando que a taxa de bocados inclui o  
3 tempo despendido para busca e apreensão do bocado (Prache, 1997), a diminuição na  
4 taxa de bocados, em pastos acima e também abaixo de 50 cm, está associada aos  
5 movimentos de não bocados. A peculiaridade de espécies de clima tropical eretas é que  
6 o animal realiza esses movimentos de não bocados, em sua grande maioria, antes de  
7 prender o bocado, ou seja, são movimentos de captura e manipulação fora da boca, fato  
8 evidente em alturas elevadas, portanto os movimentos de não bocados estão mais  
9 relacionados à estrutura do dossel que à massa do bocado, como normalmente ocorre  
10 (Ungar, 1996; Hodgson et al., 1994; Gordon e Benvenuti, 2006). Esse fato que pôde ser  
11 constatado nesta pesquisa, visto que os MMT por grama de matéria seca apreendida  
12 (Figura 3b) aumentaram linearmente mesmo em alturas elevadas, em que a MB foi  
13 reduzida, ou seja, os movimentos não eram de mastigação e sim de manipulação do  
14 bocado.

15 Nas maiores alturas de pasto essa diminuição da TB e da MB, bem como a  
16 necessidade de movimentos de manipulação antes mesmo de o bocado ser realizado  
17 pode ser atribuída à dispersão da forragem, caracterizada pela menor densidade  
18 volumétrica nos estratos superiores do pasto (Stobbs, 1973). Black e Kenney (1984) já  
19 demonstraram a importância da densidade volumétrica da forragem no horizonte de  
20 pastejo na determinação da massa de bocado. A MB é diminuída e o tempo por bocado  
21 é aumentado devido à tentativa de capturar as lâminas mais dispersas (Carvalho et al.,  
22 2001; Palhano et al., 2007). No presente trabalho outro fator que pode estar colaborando  
23 para a diminuição da MB e TB em alturas elevadas é a presença de colmos+bainhas no  
24 estrato pastejado (Prache, 1997; Drescher, 2003; Benvenuti et al., 2008). Esse

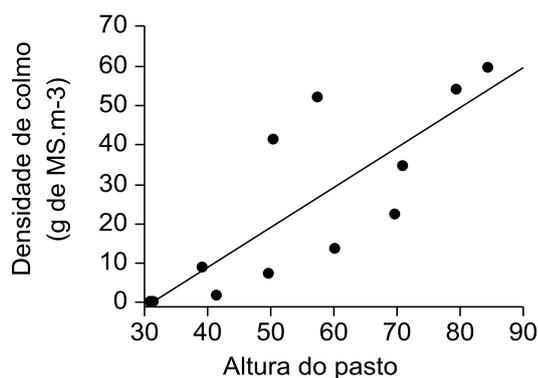
1 componentes podem ter agido como barreira de impedimento ao aumento da  
2 profundidade de bocados (Ginnett et al., 1999; Drescher et al., 2006) ou, na dimensão  
3 horizontal da estrutura, os colmos+bainhas limitaram a área do bocado, agindo como  
4 obstáculo para a varredura realizada pela língua (Gregorini et al., 2009), ou seja, os  
5 animais passaram a tentar desviar dos colmos para preender somente lâminas foliares  
6 (Ginnett et al., 1999; Benvenuti et al., 2006; Drescher et al., 2006), realizando maior  
7 número de movimentos de manipulação antes da preensão, o que resulta em menor taxa  
8 de bocados (Figura 3; Prache, 1997; Drescher, 2003; Benvenuti et al., 2008).

9 De fato, o aparecimento dos colmos+bainhas no estrato pastejado pelos animais  
10 nas maiores alturas de pasto avaliadas foram determinantes da redução na massa do  
11 bocado (Figura 2), visto que a densidade volumétrica de colmos+bainhas foi  
12 negativamente correlacionada com essa variável ( $r=-0,58$ ;  $P=0,0496$ ). Stobbs (1973)  
13 reportou correlação positiva entre a MB e a proporção de lâminas foliares no estrato  
14 pastejado ( $r=0,73$ ). Segundo Benvenuti et al. (2009), o efeito negativo da densidade  
15 volumétrica de colmos sobre a taxa de ingestão é função do efeito negativo da barreira  
16 dos colmos sobre a massa e taxa de bocados. Quando se considera a densidade  
17 volumétrica de colmos + bainhas no estrato pastejado, esta aumentou linearmente nas  
18 distintas alturas estudadas (Figura 5).

19

20

21



1

2 Figura 6: Densidade volumétrica de colmos no estrato pastejado em função da altura do  
 3 pasto ( $y=31,56 + 1,01x$ ;  $R^2=0,65$ ;  $P=0,0015$ ;  $EPM=13,95$ ).

4

5 Vários estudos confirmam a importância da altura do pasto sobre o consumo de  
 6 matéria seca via determinação das dimensões do bocado (e.g. Laca et al., 1992;  
 7 Hodgson et al., 1994; Ungar, 1996; Carvalho, 1997; Gonçalves et al., 2009). Portanto,  
 8 fica evidente que a altura que proporciona estrutura de pasto de maior facilidade de  
 9 colheita em sorgo forrageiro é próxima de 50 cm. A maneira com que as folhas são  
 10 apresentadas aos animais e o grau com que estas podem ser preendidas em separado do  
 11 colmo e do material morto são de grande significância em pastagens baseadas em  
 12 espécies C4 como o sorgo forrageiro. Dessa forma, fica clara a importância de prover  
 13 aos animais pastos com alta densidade volumétrica de folhas e com altura ideal a fim de  
 14 permitir a realização de grande número de bocados grandes (Gibb, 2006).

15

#### 16 **4.2 Mudanças no processo de colheita no decorrer do rebaixamento do pasto**

17 Considerando somente a diminuição da altura do pasto, pode-se esperar  
 18 diminuição na massa do bocado e consumo de matéria seca por conta da menor  
 19 profundidade de bocado potencial em alturas menores (Carrère et al., 2001; Gonçalves  
 20 et al., 2009). No entanto, até a proporção de 40% de remoção da altura inicial do pasto a

1 MB e a TB permaneceram constantes (Figura 4), demonstrando não haver mudança na  
2 estrutura do pasto capaz de dificultar a colheita de elevada massas, ou seja, no  
3 pressuposto que os animais pastejam em camadas (Baumont et al., 2004), Significa que,  
4 nessas condições, ainda não haviam mudado de horizonte de pastejo, o que corrobora os  
5 resultados de Searle et al. (2005), os quais discutiram que dentro de cada horizonte de  
6 pastejo a massa do bocado é relativamente constante.

7 Baumont et al. (2004) demonstraram que os animais pastejam em camadas  
8 sucessivas equivalentes a aproximadamente a metade da altura do pasto, e que a  
9 remoção dessas camadas do pasto reduziam a profundidade de bocado. Dessa forma, se  
10 pode-se inferir que até 30 cm (ou 40% de rebaixamento) os animais ainda não haviam  
11 adentrado no horizonte de pastejo com maior presença de colmos+bainhas, ou seja,  
12 seguiam tendo acesso a lâminas foliares (Tabela 2). Utsumi (2002) encontrou  
13 diminuição na TB quando se removeu 55% e 36% da massa de forragem inicial, para  
14 alfafa e festuca, respectivamente, fato atribuído pelos autores à mudança do primeiro  
15 para o segundo horizonte de pastejo. Amaral (2009) trabalhando com vacas leiteiras em  
16 azevém, encontrou que com o rebaixamento de aproximadamente 50% da altura inicial  
17 os animais ainda pastejavam a primeira camada do pasto.

18 Até o limite de 40% de remoção da altura inicial a massa seca de  
19 colmos+bainhas, dificultador do processo de colheita (Barthram e Grant, 1984; Chacon  
20 e Stobbs, 1976) foi pequena ( $94,2 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) enquanto que a massa de lâminas,  
21 componente de maior preferência pelos animais era elevada ( $1269 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) (Tabela 2).  
22 Nessas condições os animais não necessitaram despender mais movimentos de colheita,  
23 tampouco de manipulação de material colhido, e por isso os MMT por grama de matéria  
24 seca preendida, bem como os movimentos de não bocados, que incluem

1 manipulação+mastigação (Figura 5), se mantêm constantes até o limite de 40% de  
2 rebaixamento da altura inicial. Entretanto, abaixo 30 cm ou acima de 40% de  
3 rebaixamento, ocorreram mudanças na estrutura do pasto, associadas à diminuição na  
4 proporção e densidade volumétrica de folhas e aumento na quantidade de colmos nos  
5 estratos mais baixos (Tabela 2), provocando efeitos negativos sobre a massa e a taxa de  
6 bocados (Figura 4) e, conseqüentemente, sobre o consumo de forragem (McGilloway et  
7 al., 1999). Segundo Barthram e Grant (1984) e Chacon e Stobbs (1976), a partir do  
8 momento em que o rebaixamento atinge estratos do dossel onde há maior concentração  
9 de bainhas e colmos ocorre decréscimo na intensidade de desfolhação em função da  
10 limitação física imposta por esses componentes ao aprofundamento do bocado. Barre et  
11 al. (2006) encontraram que colmos+bainhas exigiram maior gasto de energia para  
12 colheita, causando, também, maior impedimento à profundidade de bocado e, por  
13 conseguinte, diminuição da massa do bocado.

14 Com o decorrer do rebaixamento do pasto a densidade volumétrica da forragem  
15 é incrementada e a relação folha/colmo diminuída, fato também encontrado por Barrett  
16 et al. (2001). A massa do bocado poderia ser parcialmente compensada pelo aumento na  
17 densidade volumétrica da forragem nos estratos inferiores do pasto. Porém, trabalhos  
18 como os de Barthram e Grant (1984), Chacon e Stobbs (1976) e mais recentemente  
19 Amaral (2009) demonstrou que a partir do momento em que o rebaixamento do dossel  
20 atinge estratos mais baixos e densos do pasto, ocorre decréscimo na severidade de  
21 desfolhação. Isto ocorre possivelmente em função da limitação física imposta pelo  
22 incremento de colmos e pela maior seletividade por folhas (Flores et al., 1993; Ginnett  
23 et al., 1999; Benvenuti et al., 2006; Drescher et al., 2006). Dessa forma, a diminuição  
24 na MB, aliada à diminuição da TB em elevados níveis de depleção do pasto (acima de

1 40%) (Figura 4), se deve ao aumento dos movimentos mandibulares dedicados à  
2 tentativa de selecionar folhas e evitar colmos (Searle et al., 2005). Esse fato é  
3 demonstrado na Figura 5, onde os movimentos de não bocados, ou seja, de  
4 manipulação+mastigação, bem como os MMT dedicados a colher cada grama de MS  
5 aumentam após o limite de 40% de rebaixamento (Figura 5). A presença de colmos  
6 interfere na formação do bocado e, assim, mais movimentos de manipulação antes da  
7 preensão do bocado, foram realizados de forma a evitá-los, o que pode ter levado a um  
8 aumento do tempo gasto para preensão e colheita da forragem, aumentando o tempo por  
9 bocado (Benvenuti et al., 2006; Benvenuti et al., 2009). Dessa forma, ao acessar  
10 camadas do pasto com predominância de colmos (Tabela 2), o animal, devido aos  
11 efeitos negativos da presença desse componente complicador ao processo de pastejo  
12 diminui a massa e a taxa de bocados que, por sua vez, limitam o consumo (Ginnett et al.,  
13 1999; Drescher, 2003; Carvalho et al., 2008). O desafio no manejo do pasto está em  
14 encontrar o limite do rebaixamento no pastejo até o qual o animal não encontre  
15 dificuldade para manter altas massas de bocado. Na Figura 4 e dados de Fonseca et al.  
16 (Capítulo II) fica evidenciado que este limite é encontrado quando 40% da altura pré-  
17 pastejo foi removida durante o rebaixamento, momento a partir do qual a MB e a TB  
18 decresceram e resultaram em redução da taxa de ingestão (Fonseca et al., Capítulo II).

19         Pode-se afirmar, portanto, que as variações na disponibilidade e acessibilidade  
20 das partes preferidas da planta (lâminas foliares) encontradas pelos animais durante o  
21 rebaixamento do pasto, fazem com que estes alterem seu comportamento de colheita  
22 (Rouget et al., 1998). Essa alteração esta é caracterizada pela não compensação entre  
23 MB e TB, evidenciando a dificuldade de colheita que os animais encontram em maiores  
24 níveis de rebaixamento do pasto devido à redução na proporção de lâminas foliares e ao

1 consequente aumento na proporção de colmos+bainhas (e.g. Benvenuti et al., 2008;  
2 Dresher, 2003).

3

#### 4 **5. Conclusões**

5 Os animais modificam os processos de colheita em diferentes alturas e elevados  
6 níveis de rebaixamento do pasto. A massa do bocado é otimizada em pastos com alturas  
7 entre 50 e 60 cm, e se mantém elevada até que 40% dessa altura seja rebaixada. O fator  
8 explicativo da redução da MB está associado ao incremento dos movimentos  
9 mandibulares de não bocado associados à degradação estrutural contínua do resíduo.

10

#### 11 **6. Referências**

12 Amaral, M.F., 2009. Estruturas de pasto para elevadas velocidades de ingestão: um  
13 modelo para sistemas leiteiros. Dissertação (Zootecnia) - Universidade Federal do Rio  
14 Grande do Sul.

15 Barre, P., Emile, J.C., Betin., M., Surault, F., Ghesquière, M., Hazard, L., 2006.  
16 Morphological characteristics of perennial ryegrass leaves that influence short-term  
17 intake in dairy cows. Agron. J. 98, 978-985.

18 Barret, P.D., Laidlaw, A.S., Mayne, C.S., Christie, H., 2001. Pattern of herbage intake  
19 rate and bite dimensions of rotationally grazed cows as sward height declines. Grass and  
20 Forage Science. 56, 362-373.

21 Barthram, G.T., Grant, S.A., 1984. Defoliation of ryegrass-dominated swards by sheep.  
22 Grass Forage Sci. 39, 211-219.

23 Baumont, R., Cohen-Salmon, D., Prache, S., Sauvant, D., 2004. A mechanistic model of  
24 intake and grazing behaviour in sheep integrating sward architecture and animal

- 1 decisions. *Animal Feed Sci. Tech.*,112, 5-28.
- 2 Benvenuti, M.A., Gordon, I.J., Poppi, D.P., 2006. The effect of the density and  
3 physical properties of grass stems on the foraging behaviour and instantaneous intake  
4 rate by cattle grazing an artificial reproductive tropical sward. *Grass Forage Sci.* 61,  
5 272-281.
- 6 Benvenuti, M.A., Gordon, I.J., Poppi, D.P., 2008. The effects of stem density of  
7 tropical swards and age of grazing cattle on their foraging behaviour. *Grass Forage Sci.*  
8 63, 1–8.
- 9 Benvenuti, M.A., Gordon, I.J., Poppi, D.P., Crowther, R., Spinks, W., Moreno, F.C.,  
10 2009. The horizontal barrier effect of stems on the foraging behaviour of cattle grazing  
11 five tropical grasses. *Livest. Sci.* 126, 229–238.
- 12 Black, J.L., Kenney, P.A., 1984 Factors affecting diet selection by sheep. II – Height  
13 and density of pasture. *Australian J. Agric. Res.* 3, 565-578.
- 14 Carrère, P., Louault, F., Carvalho, P.C.F., Lafarge, M., Soussana, J.F., 2001. How does  
15 the vertical and horizontal structure of a perennial ryegrass and white clover sward  
16 influence grazing? *Grass Forage Sci.* 56,118-130.
- 17 Carvalho, P.C.F., 1997. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de  
18 ruminantes em pastejo. In: *Simpósio sobre avaliação de pastagens com animais,*  
19 *Maringá. Anais... Maringá: Universidade Estadual de Maringá., p.25-52.*
- 20 Carvalho, P.C.F., Ribeiro Filho, H.M.N., Poli, C.H.E.C. et al., 2001. Importância da  
21 estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo, in: *Anais*  
22 *da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia: A produção animal na visão*  
23 *dos brasileiros, Piracicaba, pp. 853-871.*
- 24 Carvalho, P.C.F., Gonda, H.L., Wade, M.H., Mezzalira, J.C., Amaral, M.F., Gonçalves,

- 1 E.N., Santos, D.T., Nadin, L., Poli, C.H.E.C., 2008. Características estruturais do pasto  
2 e o consumo de forragem: o quê pastar, quanto pastar e como se mover para encontrar o  
3 pasto. In: Pereira, O.G. et al. (Eds.). Proceedings of 4th Symposium on Strategic  
4 Management of Pasture and 2 International Symposium on Animal Production under  
5 Grazing, Manejo estratégico da Pastagem, Viçosa, p. 101-130.
- 6 Carvalho, P.C.F., Trindade, J.K., Silva, S.C., Bremm, C., Mezzalira, J.C., 2009.  
7 Consumo de forragem por animais em pastejo: analogias e simulações em pastoreio  
8 rotativo. In: 25º Simpósio sobre Manejo da Pastagem - Intensificação de sistemas de  
9 produção animal em pastos. FEALQ.
- 10 Chacon, E.A., Stobbs, T.H., 1976. Influence of progressive defoliation of a grass sward  
11 on the eating behavior of cattle. *Aust.J. Agr. Res.* 27, 709-727.
- 12 Dillon, P., 2006. Achieving high dry-matter intake from pasture with grazing dairy  
13 cows. Dairy Production Department, Teagasc, Dairy Production Research Centre,  
14 Moorepark, Fermoy, Co. Cork, Ireland. In: A. Elgersma, J. Dijkstra and S. Tamminga  
15 (eds.), *Fresh Herbage for Dairy Cattle*, Springer.pp.1-26.
- 16 Drescher, M., 2003. Grasping complex matter: large herbivore foraging in patches of  
17 heterogeneous resources. PhD Thesis, Wageningen University.
- 18 Drescher, M., Heitkonig, I.M.A., Raats, J.G., Prins, H.H.T., 2006. The role of grass  
19 stems as structural foraging deterrents and their effects on the foraging behaviour of  
20 cattle. *App. Anim. Behav. Sci.* 101, 10-26.
- 21 Flores, E.R., Laca, E.A., Griggs, T.C. Demment, M.W., 1993. Sward height and vertical  
22 morphological differentiation determine cattle bite dimensions. *Agron. J.* 85, 527-532.
- 23 Galli, J.R., Cangiano, C.A., 1998. Relación entre la estructura de la pastura y las  
24 dimensiones del bocado y sus implicancias en el consumo en bovinos. *Rev. Arg. Prod.*

- 1 Anim.. 18, 247-261.
- 2 Gibb, M., 2006. Grassland management with emphasis on grazing behaviour. In: A.  
3 Elgersma, J. Dijkstra and S. Tamminga (eds.), Fresh Herbage for Dairy Cattle. pp.141-  
4 157.
- 5 Ginnett, T.F., Dankosky, J.A., Deo, G., Demment, M.W., 1999 Patch depression in  
6 grazers: the roles of biomass distribution and residual stems. *Funct. Ecol.* 13, 37-44.
- 7 Gonçalves, E.N., Carvalho, P.C.F., Devincenzi, T., Bratta, L.P., Lopes, M.L.T., Freitas,  
8 F.K., Jacques, A.V.A., 2009. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo:  
9 padrões de deslocamento e uso de estações alimentares. *R. Bras. Zootec.* 38, 2121-2126.
- 10 Gordon, I.J., Benvenuti, M.A., 2006. Food in 3D: how ruminant livestock interact with  
11 sown sward architecture at the bite scale. In: Bels, V. (Ed.), *Feeding in Domestic  
12 Vertebrates: From Structures to Behaviour*. CABI Publishing, Wallingford, UK, pp.  
13 263-277.
- 14 Gregorini, P., Gunter, S.A., Beck, P.A., Caldwell, J., Bowman, M.T., Coblenz, W.K.,  
15 Short-term foraging dynamics of cattle grazing swards with different canopy structures.  
16 *J. Anim. Sci.*, 87, 3817-3824.
- 17 Hodgson, J., Clark, D.A., Mitchell, R.J., 1994. Foraging behaviour in grazing animals  
18 and its impact on plant communities. In: Fahey G.C. Jr, Moser L.E., Mertens D.R. and  
19 Collins M. (eds) *Proceedings of the National Conference on Forage Quality, Evaluation  
20 and Utilization*. Nebraska: University of Nebraska, pp. 796-827.
- 21 Hodgson, J., Cosgrove, G.P., Woodward, S.J.R., 1997. Research on foraging behavior:  
22 progress and priorities. In: *Proceedings of International Grassland Congress, 18..  
23 Winnipeg, [S.l.s.n.] CD-ROM*.
- 24 Laca, E.A., Ungar, E.D., Seligman, N., Demment, M.W., 1992. Effects of sward height

- 1 and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogenous swards. *Grass Forage*  
2 *Sci.* 47, 91-102.
- 3 McGilloway, A., Cushnahan A., Laidlaw A.S., Mayne, C.S., and Kilpatrick, D.J., 1999.  
4 The relationship between level of sward height reduction in a rotationally grazed sward  
5 and short-term intake rates of dairy cows. *Grass Forage Sci.* 54, 116-126.
- 6 Palhano, A.L., Carvalho, P.C.F., Dittrich, J.R., Moraes, A., Silva, S.C., Monteiro,  
7 A.L.G., 2007. Características do processo de ingestão de forragem por novilhas  
8 holandesas em pastagens de capim-mombaça. *R. Bras. Zootec.* 36, 1014-1021.
- 9 Penning, P.D., Parsons, A.J., Orr, R.J., 1991. Intake and behaviour responses by sheep  
10 to changes in sward characteristics under continuous stoking. *Grass Forage Sci.* 15, 15-  
11 28.
- 12 Penning, P.D., Hooper, G.E.N., 1985. A evaluation of the use of short-term weight  
13 changes in grazing sheep for estimating herbage intake. *Grass Forage Sci.* 40, 79-84.
- 14 Prache, S., 1997. Intake rate, intake per bite and time per bite of lactating ewes on  
15 vegetative and reproductive swards. *Applied Animal Behaviour Science*, 52, 53–64.
- 16 Roguet, C., Prache, S., Petit, M., 1998. Feeding station behavior of ewes in response to  
17 forage availability and sward phenological stage. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 56, 187-201.
- 18 Rutter, S.M., Champion, R.A., Penning, P.D., 1997. An automatic system to record  
19 foraging behaviour in free-ranging ruminants. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 54, 185–195.
- 20 Searle, K.R., Vandervelde, T., Hobbs, T.N., Shipley, L.A., 2005. Gain functions for  
21 large herbivores: tests of alternative models. *J. Anim. Ecol.* 74, 181–189.
- 22 Silva, A.L.P., 2004. Estrutura do dossel e o comportamento ingestivo de novilhas  
23 leiteiras em pastos de Capim Mombaça. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-  
24 Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, pp.104.

- 1 Shipley, L.A., 2007. The influence of bite size on foraging at larger spatial and temporal  
2 scales by mammalian herbivores. *Oikos*, 12, 1964-1974.
- 3 Stobbs, T.H., 1973. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I.  
4 Variation in the bite size of grazing cattle. *Aust. J. Agr. Res.* 24, 809–819.
- 5 Ungar, E.D., 1996 Ingestive behaviour. In: Hodgson, J., Illius, A. (Eds.) *The ecology  
6 and management of grazing systems*. Wallingford: CABI, pp.185-218.
- 7 Utsumi, S.A., 2002. Efecto de la distribución espacial del forrage sobre el  
8 comportamiento de vacas en pastoreo. *Magister Scientiae*. Tesis. Facultad de ciencias  
9 agrarias – Universidad nacional de mar del plata., pp. 237.

## **4.CAPITULO IV**

**O pastejo por horizontes: detectando características estruturais do pasto  
que determinam alterações no padrão de ingestão de novilhas em pastos  
de sorgo forrageiro<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Artigo elaborado de acordo com as normas da Applied Animal Behaviour Science (Apêndice 2).



1 quando ainda restam em torno de 20-30% de área não pastejada. Os modelos utilizados  
2 no cálculos resultaram em alturas de pasto muito próximas às aferidas até a proporção de  
3 40% de rebaixamento, a partir da qual houve redução na taxa de ingestão,  
4 possivelmente devido a fatores como área e profundidade do bocado ou o próprio  
5 desinteresse do animal pela estrutura do pasto no horizonte de pastejo.

6

7 Palavras Chaves: Estrutura do pasto, pastejo em camadas, método de pastejo com  
8 lotação intermitente

9

## 10 ***1. Introdução***

11 Tradicionalmente se relacionou o consumo voluntario de matéria seca com a  
12 valor nutritivo da forragem (digestibilidade), particularmente para animais estabulados,  
13 adultos e não produtivos (Cangiano e Galli, 1999). Disso se quantificou consumos  
14 lineares até 65-70% de digestibilidade, acima disso o consumo diminui (Conrad et al.,  
15 1964; Montgomery e Baumgardt, 1965). Essa foi a base do entendimento de que a  
16 regulação do consumo se daria por fatores metabólicos e físicos, como por exemplo, o  
17 enchimento ruminal (Conrad et al., 1964). Teoricamente, considerando esses  
18 pressupostos, o consumo em pastagens de baixo e médio valor nutritivo seria regulado,  
19 fundamentalmente, por fatores físicos e em pastagens de elevado valor nutritivo o  
20 controle seria fundamentalmente metabólico (Cangiano e Galli, 1999). Esse fato foi  
21 logo questionado por uma compilação de trabalhos realizados em pastagens de clima  
22 temperado com vacas e novilhos em crescimento (Hodgson, 1977). O autor demonstrou  
23 haver resposta linear do consumo até digestibilidade de 80% no caso de vacas em  
24 lactação.

1           Na sequência temporal de discussão das teorias de regulação do consumo,  
2 Ketelaars e Tolkamp (1992) e Mertens (1994) sugeriram que quando o animal tivesse  
3 disponível um alimento de elevado valor nutritivo, o animal consumiria até satisfazer  
4 seu apetite, sendo o potencial do animal o limite para o consumo. Essas teorias não  
5 levaram em conta os efeitos da quantidade de forragem como regulação do consumo  
6 (Cangiano e Galli, 1999). Não mencionaram os efeitos da estrutura do pasto (Carvalho,  
7 1997), tampouco levaram em conta que o consumo possa ser regulado por conta de  
8 fatores estruturais do pasto (Carvalho et al., 2001) como, por exemplo, altas proporções  
9 de colmos e baixa proporção de folhas no horizonte de pastejo (Carvalho et al., 2001;  
10 Gordon e Benvenuti, 2006).

11           No método de pastejo com lotação intermitente, a massa e a altura dos pastos  
12 decrescem durante o período de ocupação, o que reflete na redução na taxa de ingestão  
13 (Barrett et al., 2001; Baumont et al., 2004) e, por conseqüência, no consumo diário. O  
14 consumo obtido ao longo da ocupação de um piquete tem estreita relação com a  
15 estrutura encontrada no decorrer do processo de rebaixamento, ou seja, o consumo  
16 corresponde à soma da quantidade colhida nos horizontes acessados. Dessa forma,  
17 infere-se sobre a importância de fornecer aos animais pasto de boa qualidade estrutural,  
18 permitindo o acesso a horizontes com estrutura de pasto apropriada, com elevada massa  
19 de lâminas foliares e baixa proporção de colmos, o que só poderá ser alcançado na  
20 situação de rebaixamento do pasto que o pastejo cause menores alterações na estrutura  
21 do pasto.

22           Dessa forma, o presente trabalho foi baseado na hipótese que os animais  
23 pastejam em camadas em função de alterações na estrutura do pasto no decorrer do  
24 rebaixamento no método de pastejo com lotação intermitente. Mais especificamente, o

1 objetivo foi encontrar em que momento do rebaixamento os animais mudam de  
2 horizonte de pastejo, bem como as possíveis razões envolvidas nessa mudança.

3

## 4 ***2. Material e Métodos***

5 O experimento foi conduzido na Estação Experimental Agronômica da  
6 Universidade Federal do Rio Grande do Sul - EEA/UFRGS. Utilizou-se uma área de  
7 4820m<sup>2</sup> cultivar BR 501 semeada em 5 de fevereiro de 2010. Foi utilizado o método de  
8 plantio direto e a densidade de semeadura foi de 33 kg.ha<sup>-1</sup>.

9 Os tratamentos consistiram em porcentagens de rebaixamento em função da  
10 altura de entrada dos animais, sendo os tratamentos referentes a 16; 33; 50; 67 e 84% de  
11 rebaixamento a partir da altura inicial, assim definidos visando equidistância entre os  
12 tratamentos. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições.  
13 O critério de bloqueamento foi o período do dia de realização das avaliações (manhã ou  
14 tarde). O dimensionamento dos piquetes foi de tal forma que durante o teste de pastejo  
15 fosse atingida a porcentagem de rebaixamento determinada para cada tratamento, sendo  
16 o tamanho dos piquetes os seguintes: 298, 144, 85, 54 e 36m<sup>2</sup> para os tratamentos 16, 33,  
17 50, 67 e 84%, respectivamente, tamanhos esses baseados em testes anteriores ao  
18 experimento. Esses testes consistiam em colocar o animal em uma pequena área (100  
19 m<sup>2</sup> no primeiro teste e 60m<sup>2</sup> em um segundo teste) pelo tempo de 45 minutos, imitando  
20 os testes de pastejo. Avaliou-se as alturas pré- e pós-pastejo, nos piquetes, a  
21 porcentagem de rebaixamento, e então, por proporcionalidade de tamanho se calculou o  
22 tamanho dos piquetes para cada tratamento.

### 23 *2.1 Medições no pasto*

24 Para determinação da massa de forragem pré-pastejo foram realizados três

1 cortes estratificados a cada 10 cm de altura utilizando-se um quadro de 0,153m<sup>2</sup> para  
2 cada unidade experimental. Essas amostras foram posteriormente separadas em lâmina  
3 foliar e colmo+bainha e secas em estufa a 55°C por no mínimo 72 horas. A massa de  
4 forragem total correspondeu à média do somatório de massa de forragem de lâmina  
5 foliar mais a massa de forragem de colmo+bainha de cada amostra. Foram feitos  
6 também cortes pós pastejo com o auxílio de um quadro de 0,25 m<sup>2</sup>. No momento da  
7 amostragem essas amostras eram diferenciadas em massa de forragem danificada  
8 (partes de plantas quebradas, pisoteadas etc.) e forragem sem danos. Essas amostras,  
9 também foram separadas lâmina foliar e colmo+bainha e secas em estufa a 55°C por no  
10 mínimo 72 horas.

11 Para as medições de altura do pasto utilizou-se um bastão graduado (*Sward*  
12 *stick*). Foram medidos 200 pontos por piquete no pré- e no pós-pastejo. Além disso,  
13 realizou-se medições de altura em 50 pontos por piquete a cada 15 minutos no decorrer  
14 do rebaixamento. Nas medições no decorrer do rebaixamento, e no final do mesmo,  
15 foram diferenciados os toques em lâminas foliares intacta, pastejada, danificada  
16 (quebrada) ou colmo+bainha, dados utilizados para calcular área pastejada e não  
17 pastejada.

## 18 2.2 Medições nos animais

19 Foram utilizadas 3 novilhas com idade e peso médio de 26±2 meses e  
20 339±45,5 kg. Aproximadamente 30 dias antes da realização do experimento os animais  
21 foram habituados ao procedimento experimental e permaneceram em área de pastagem  
22 de sorgo forrageiro adjacente, com estrutura semelhante à encontrada no experimento.  
23 Os animais permaneceram em jejum de sólidos por 5 horas antes de cada teste de  
24 pastejo. Fez-se isto pois sem jejum os animais não rebaixariam nos elevados níveis de

1 rebaixamento. Sendo esse jejum também utilizado no período de adaptação. Foram  
 2 realizados 15 testes de pastejo com duração de 45±5 minutos, realizados no período de  
 3 5 a 15 de abril, sempre no início da manhã e no final da tarde. Os animais eram retirados  
 4 dos piquetes assim que se completasse aproximadamente a proporção de rebaixamento  
 5 requerida, sendo que essa margem nunca tenha ultrapassado mais de 10 minutos do  
 6 tempo de 45 minutos preestabelecidos. Antes de cada teste, os animais foram equipados  
 7 com coletores de fezes e urina, além do registrador automático de movimentos  
 8 mandibulares (IGER - behaviour recorder), que distingue o tempo efetivo de  
 9 alimentação, além dos movimentos de apreensão e manipulação+mastigação. Os dados  
 10 foram posteriormente analisados pelo *software Graze* (Rutter, 1997). Após o teste de  
 11 pastejo, os animais permaneciam em área adjacente não vegetada, impossibilitados de  
 12 consumir alimento ou água por um período de 45 min para determinação das perdas  
 13 insensíveis (evaporação de H<sub>2</sub>O, perda e produção de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>).

14 A taxa de ingestão (TI) foi determinada pela técnica da dupla pesagem,  
 15 descrita por Penning e Hooper (1985). Todas as pesagens (pré- e pós-pastejo e pré- e  
 16 pós-perdas metabólicas) foram realizadas utilizando balança com precisão de 10 g. A  
 17 taxa de ingestão foi calculada por meio da equação:

$$18 \quad TI = \frac{(P2 - P1)}{t2 - t1} + \frac{(P3 - P4)}{t4 - t3} \times \frac{(t2 - t1)}{TA}$$

19  
 20 Onde: TI = taxa de ingestão de forragem; P1 e P2 = peso dos animais antes e  
 21 após o pastejo; t1 e t2 = horário pré- e pós-pastejo; P3 e P4 = peso dos animais antes e  
 22 após as perdas metabólicas; t3 e t4 = horário pré- e pós-perdas metabólicas; e TA =  
 23 tempo efetivo de alimentação.

24 A taxa de ingestão foi corrigida pelo teor de matéria seca (MS) da forragem em  
 25 ambos os experimentos. Esta % de MS foi estimada por meio do corte de duas amostras

1 por unidade experimental, antes do teste de pastejo e mais duas amostras após o pastejo.  
 2 Para determinação do teor MS foram coletadas amostras até a altura de rebaixamento  
 3 pretendida para cada tratamento antes do pastejo.

4 As alturas teóricas foram calculadas com base em variáveis animais, de acordo  
 5 com as proposições de Illius e Gordon (1987) e de Laca et al. (1992), por meio das  
 6 seguintes fórmulas:

$$7 \quad Ab=53,1 + 7,43h - 0,073h^2 - 1,43*10^3hd \text{ (Laca et al., 1992)}$$

$$8 \quad Prp= 0,81 + 0,53h - 30,15hd \text{ (Laca et al., 1992)}$$

$$9 \quad Ab=\{[(8,6*PV^{0,36})^2]/100\}*2,36 \text{ (Illius e Gordon, 1987)}$$

10 Onde: Ab: área do bocado (cm<sup>2</sup>); h: altura do pasto (cm); d: densidade  
 11 volumétrica (g/cm<sup>3</sup>); PV: peso vivo (kg); Prp: profundidade potencial dos bocados (cm).

12 Para cálculos da profundidade de bocado nas alturas originadas pelos  
 13 pressupostos de Illius e Gordon, 1987 considerou-se uma profundidade constante  
 14 relativa a metade da altura do pasto (e.g. Burlison et al., 1991; Laca et al., 1992; Flores  
 15 et al., 1993; Ginnett et al., 1999; Carrère et al., 2001; Gonçalves et al., 2009). A partir  
 16 dos valores de altura originadas pelas variáveis animais obteve-se a diferença entre a  
 17 altura que deveria se ter obtido de acordo com as variáveis animais e a altura real  
 18 aferida com o sward stick, sendo que quando essas fossem iguais o valor seria igual a 1.

### 19 2.3 Análises estatísticas

20 Foram realizadas análises de regressão linear ( $y_{ij} = a + bx + \epsilon_{ij}$ ), equação  
 21 segmentada (*broken line*,  $y_{ij} = L + U [(R < x) (R - x)] + \epsilon_{ij}$ ) e logarítmica ( $y_{ij} = a +$   
 22  $b*\log(x) + \epsilon_{ij}$ ) utilizando-se o software JMP version 8 (SAS Institute Inc., Cary, NC,  
 23 USA). As equações foram comparadas por meio dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ),  
 24 desde que significativas em nível de 5% de significância. Quando foram usados testes

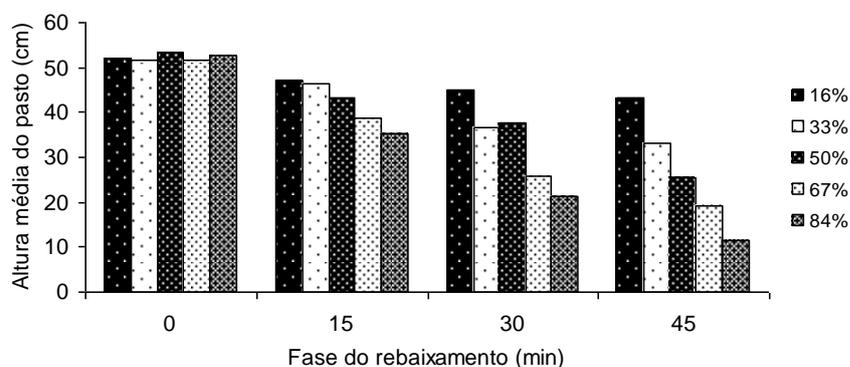
1 paramétricos, todos os pressupostos foram checados e transformações foram utilizadas  
2 quando necessárias.

3

### 4 **3. Resultados**

5 A massa de forragem (MF) pré-pastejo não diferiu entre os tratamentos, sendo a  
6 média de  $1080 \pm 57,1$  kg MS.ha<sup>-1</sup>, a média de altura pré-pastejo foi de  $52,3 \pm 1,09$  cm. A  
7 altura pré-pastejo foi definida como a que proporcionasse uma estrutura de pasto onde a  
8 taxa de ingestão de matéria seca pelos animais fosse maximizada (Fonseca, 2011  
9 CAPÍTULO II). Como se observa na Figura 1, independente das proporções de  
10 rebaixamento encontradas (16,7; 35,9; 52,3; 62,9; 77,9%), a altura média do pasto  
11 diminuiu com o decorrer do rebaixamento, proporcionando alturas pós-pastejo de 43,4;  
12 33,1; 25,4; 19,2; 12,0 cm, respectivamente.

13



14

15 Figura 1: Altura média do pasto em função da altura a ser rebaixada, medida ao longo  
16 do rebaixamento do pasto.

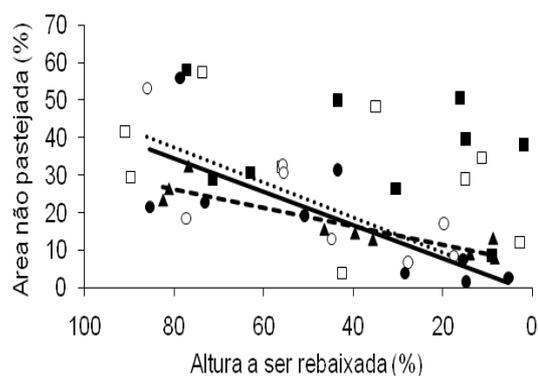
17

18 A proporção da área não pastejada não sofreu alteração ao longo do  
19 rebaixamento nos tratamentos de 16 e 33%, com média de  $36,7 \pm 5,04\%$  e  $32,1 \pm 5,54\%$ ,  
20 respectivamente. Todos os outros tratamentos tiveram resposta linear negativa em

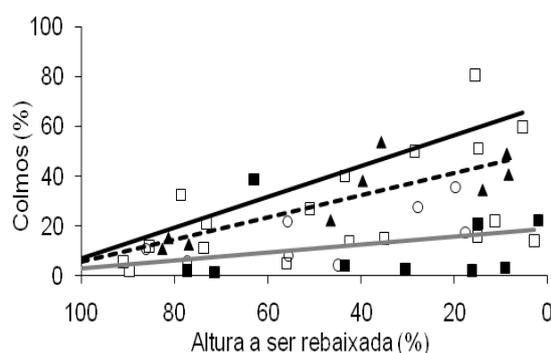
1 função da proporção da altura a ser rebaixada (Figura 2a), indicando que à medida que  
 2 ocorre a depleção do pasto, a proporção de (área) folhas não pastejadas diminui.

3

4 (a)



(b)



5

6 Figura 2: Proporção de toques em área não pastejada (a); colmos + bainhas (b) em  
 7 função da porcentagem da altura inicial do pasto (■16% (ns); □33% ——— ;  
 8 ○50%..... ; ▲67% - - - - ; ●84% ——— a altura a ser rebaixada representa o  
 9 rebaixamento até o momento de cada avaliação de altura para cada nível de  
 10 rebaixamento pré fixada para cada tratamento)

11

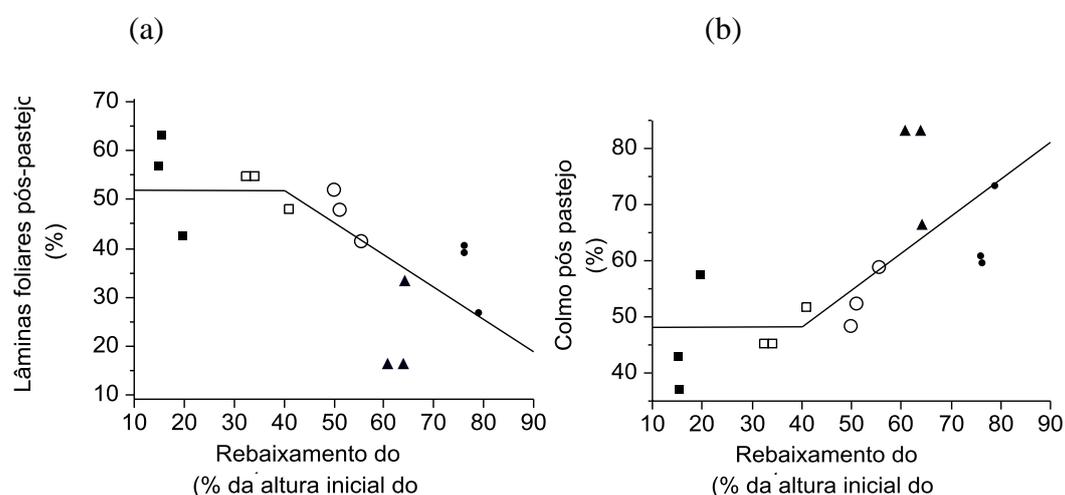
12 A proporção do aparecimento de colmos+bainhas (Figura 2b) no horizonte de  
 13 pastejo não se ajustou a nenhuma equação de regressão no tratamento de 16 e 50% de  
 14 rebaixamento, sendo a média de toques de  $10,8 \pm 4,43\%$  e  $16,34 \pm 3,98\%$ , respectivamente.  
 15 O tratamento 33% apresentou ascendência linear positiva ( $P=0,0058$ ), entretanto, a  
 16 magnitude do aumento de toques em colmos com a diminuição da altura rebaixada foi  
 17 pequena, aumentando apenas 0,16% a cada diminuição de 1% da proporção da altura a  
 18 ser rebaixada ( $R^2=0,69$ ). Os tratamentos de maior porcentagem de rebaixamento do  
 19 pasto (67 e 84%), por sua vez, apresentaram linearidade significativa, aumentando 0,44  
 20 e 0,62% a cada aumento de 1% da porcentagem da altura inicial do pasto,

1 respectivamente.

2 A proporção de lâminas foliares e colmos+bainhas na massa de forragem pós-  
 3 pastejo é apresentada na Figura 3. A porcentagem de lâminas remanescentes  
 4 permaneceu elevada e a de colmos+bainhas manteve-se baixa até o nível de 40% de  
 5 rebaixamento do pasto. A partir desse momento a proporção de lâminas diminuiu, e a de  
 6 colmos+bainhas aumentou linearmente.

7

8

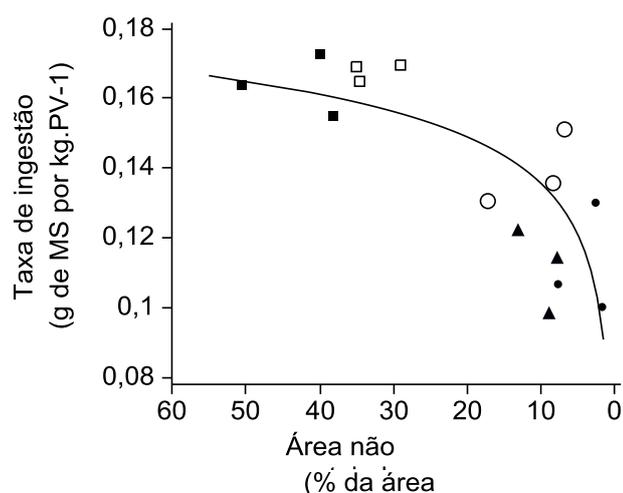


9

10 Figura 3: Proporção de folhas (a)  $y = 51,87 + 0,33(40 - x)$ , se  $x > 40$ , e  $y = 51,87$  se  $x < 40$ ;  
 11  $R^2 = 0,50$   $P = 0,0044$ ;  $EPM = 10,55$  e colmos (b)  $y = 48,12 - 0,33(40 - x)$ , se  $x > 40$ , e  $y = 48,12$   
 12 se  $x < 40$ ;  $R^2 = 0,50$   $P = 0,0044$ ;  $EPM = 10,55$  na massa de forragem do resíduo pós-pastejo  
 13 em função dos níveis de rebaixamento do pasto de sorgo forrageiro (■ 16%; □ 33%;  
 14 ○ 50%; ▲ 67%; ● 84%).

15

16 De acordo com a Figura 4, observa-se que a taxa de ingestão de forragem pelos  
 17 animais sofreu redução antes mesmo que tenha se extinguido a área não pastejada.



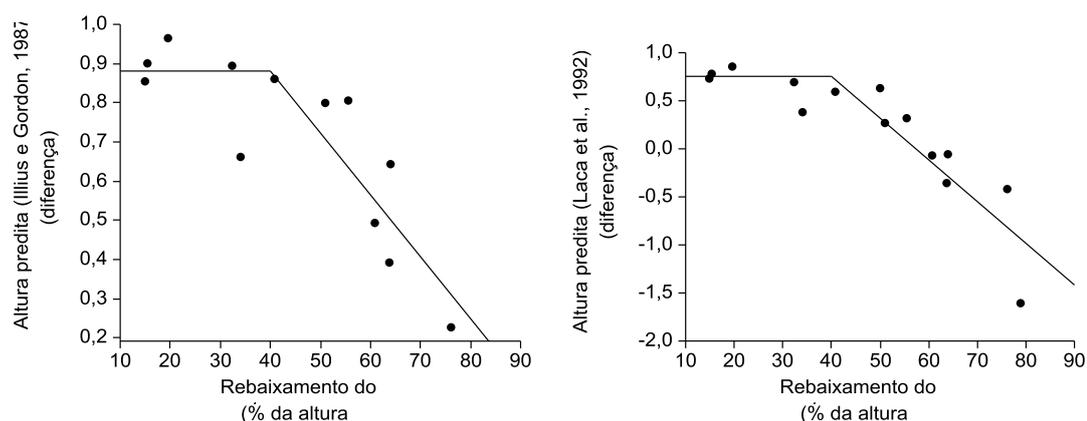
1

2 Figura 4: Taxa de ingestão de forragem em função da proporção da área inicial não  
 3 pastejada ( $y=0,0058+0,0055(\log x)$ ;  $R^2=0,61$ ;  $P=0,0005$ ;  $EPM=0,005$ ) (■16%; □33%;  
 4 ○50%; ▲67%; ●84%).

5

6 Ambos os modelos utilizados para cálculo da altura teórica do pasto baseada em  
 7 variáveis animais (Figura 5) apresentaram resposta linear quebrada, onde até 40% a  
 8 predição é muito parecida com a altura real aferida. A partir deste limite, no entanto,  
 9 ambos apresentaram redução linear. O modelo de predição da profundidade do bocado  
 10 proposto por Laca et al. (1992) (Figura 5b) contempla a diminuição na profundidade do  
 11 bocado em função do aumento da densidade volumétrica da forragem, porém, o  
 12 aumento observado foi superior a predição do modelo desses autores. Até 40% os  
 13 bocados no início do rebaixamento até o final deste são parecidos. Já nos tratamentos de  
 14 maior rebaixamento os bocados têm maior diferença entre si.

15



1  
 2 Figura 5: Diferença entre a altura relativa do pasto observada e as alturas teóricas  
 3 calculadas a partir da área e profundidade de bocados propostas por (a) Illius e Gordon  
 4 (1987) ( $y=0,88+0,01(40-x)$ , se  $x>40$ , e  $y=0,88$  se  $x<40$ ;  $R^2= 0,76$ ;  $P=0,0002$ ;  $EPM=0,12$ )  
 5 e (b) por Laca et al. (1992) ( $y=0,75+0,04(40-x)$ , se  $x>40$ , e  $y=0,75$  se  $x<40$ ;  $R^2= 0,83$ ;  
 6  $P<0,0001$ ;  $EPM=0,30$ ) em função dos níveis de rebaixamento do pasto de sorgo  
 7 forrageiro.

8

#### 9 **4. Discussão**

10 A Figura 1 apresenta a variação da altura do pasto a cada 15 minutos ao longo  
 11 do rebaixamento. Nela é possível observar que a dinâmica temporal de rebaixamento é  
 12 bastante distinta entre tratamentos. Em realidade, drástica para os níveis maiores de  
 13 rebaixamento. De acordo com a Figura 2a, a porção de área não pastejada se mantém  
 14 praticamente constante nos tratamentos de menor rebaixamento do pasto (16 e 33%),  
 15 demonstrando haver pouca variação na estrutura do pasto quando a depleção não é  
 16 elevada. Outra constatação, que corrobora o diagnóstico dessa menor variação na  
 17 estrutura do pasto quando a depleção é menos intensa, está na alta proporção de lâminas  
 18 foliares e na baixa proporção de colmos+bainhas observadas no pós-pastejo (Figura 3),  
 19 fato que se mantém constante até 40% de rebaixamento. A maior presença de lâminas  
 20 quando comparada a colmos é uma condição importante, visto que lâminas são  
 21 componentes de maiores concentrações de nutrientes e por serem de rápida digestão,  
 22 possibilitam maior consumo de forragem quando sua presença é abundante e acessível

1 (Carvalho et al., 2009; Stobbs, 1973; Genro, 1999). Essa maior presença de lâminas  
2 foliares permite, também, um rebrote subsequente mais rápido, devido a maior presença  
3 de folhas para a realização da fotossíntese fato este que possibilita menores intervalos  
4 entre pastejos no caso do método de pastejo com lotação intermitente.

5       Existe um limite na proporção de partes preferidas da planta (lâminas) a partir  
6 do qual ocorrem mudanças mais significativas na estrutura do pasto. Segundo Drescher  
7 (2003) este limite deve se situar acima de 45% de lâminas foliares. De acordo com a  
8 Figura 3b, esse limite foi alcançado apenas nos tratamentos que rebaixaram os pastos  
9 até 40% da altura pré-pastejo, pois, acima desse nível, a proporção de folhas no  
10 horizonte pastejado decresceu linearmente. Após 40% de rebaixamento, a porcentagem  
11 de lâminas foliares remanescentes é reduzida e a de colmos+bainhas aumentada,  
12 linearmente. Com intensidade de remoção acima de 40% da altura inicial, ocorre  
13 exposição dos estratos inferiores do pasto. Remoções acima dessa magnitude  
14 caracterizam-se por mudanças intensas na estrutura do pasto, modificando as  
15 propriedades nutricionais e estruturais do pasto (Delagarde et al., 2000), aumentando o  
16 custo da seletividade (Parsons et al., 1994).

17       No início do rebaixamento do método de pastejo com lotação intermitente os  
18 animais têm disponível uma estrutura com altas proporções de lâminas foliares e, por  
19 isso, são estimulados ao consumo (Carvalho et al., 2009). Carvalho et al. (2001) e  
20 Baumont et al. (2004) descreveram o pastejo como uma sucessão de bocados que  
21 obedecem a um processo em que são removidas camadas sucessivas de pasto  
22 equivalentes à metade da profundidade do estrato pastejável. Seria prudente dizer que o  
23 animal pastejaria a porção de folhas até que os processos de busca e colheita desses  
24 componentes morfológicos lhes conferisse maior benefício que o consumo de outras

1 partes da planta como colmos e bainhas. Dessa forma, uma alta taxa de ingestão é  
2 função do tempo de permanência no primeiro horizonte do pasto (Baumont et al., 2004),  
3 sendo esse o horizonte de maior proporção de lâminas foliares (Figura 3). Prache et al.  
4 (1998a) também observaram que a taxa de ingestão potencial declina a medida que os  
5 animais alocam seus bocados do topo para a base do pasto. Isso pode ser atribuído a  
6 mudança de horizonte de pastejo, pela menor profundidade do bocado (e.g. Cangiano et  
7 al., 2002; Gonçalves et al., 2009), ou desinteresse do animal pela estrutura do pasto  
8 (Amaral, 2009).

9         No entanto, a mudança de horizonte de pastejo não acontece quando todo o  
10 horizonte imediatamente superior for removido (Ungar, 1998). Isso é o que se  
11 encontrou nesta pesquisa, que sugere que a mudança de horizonte de pastejo estaria  
12 acontecendo quando ainda restam de 20-30% de área não pastejada, ponto em que a TI  
13 diminui bruscamente, mesmo ainda havendo áreas com folhas não pastejadas no topo do  
14 dossel (Figura 4). Esses resultados estão de acordo com os resultados de Baumont et al.  
15 (2004), que estimaram que a mudança de horizonte acontece quando a área ocupada  
16 pelo horizonte superior se torna menor que 25%, e os de Ungar (1998), que estimou que  
17 esse limite seria de 15-30% da superfície.

18         Os animais passam a selecionar o segundo horizonte, mesmo com maior  
19 limitação para o pastejo, quando a seleção pelo primeiro horizonte se torna dispendiosa,  
20 momento em que o custo para buscar o horizonte superior, e de maior proporção de  
21 folhas, supera o seu benefício (Baumont et al., 2004; Roguet et al., 1998). Carvalho et al.  
22 (2009) constataram que a seleção por folhas diminui a partir de 40-50% da altura a ser  
23 rebaixada, o que está associado com a transição do primeiro para o segundo horizonte  
24 de pastejo. Essa constatação está alinhada com os dados aqui registrados, de que a partir

1 de 40% do rebaixamento diminui a proporção de lâminas foliares e aumenta a de  
2 colmos+bainhas (Figura 3), o que pode ser devido ao desinteresse do animal pela  
3 estrutura do pasto (Amaral, 2009), diminuição na área e/ou profundidade do bocado  
4 (Benvenuti et al., 2006; Drescher, 2003), o que resulta na diminuição da taxa de  
5 ingestão (vide Figura 4).

6        Dessa forma, pode-se inferir que no método de pastejo com lotação intermitente  
7 a abundância de forragem assume importância secundária diante da disponibilidade e  
8 acessibilidade de folhas verdes no horizonte de pastejo. Não se deve levar em conta  
9 apenas o efeito da oferta de forragem, mas também a forma como a forragem é  
10 apresentada ao animal. De acordo com Prache et al. (1998b), a oferta de lâminas verdes  
11 é melhor preditor do consumo do que a oferta de forragem total.

12        A aferição de alturas menores, em relação aos modelos teóricos sugeridos por  
13 Illius e Gordon (1987) e por Laca et al. (1992) (Figura 5), sugerem que o rebaixamento  
14 do pasto expõe dosséis com características indesejáveis ao pastejo por conta da grande  
15 alteração estrutural entre o pré- e o pós-pastejo. Por essa razão, o animal reage a essa  
16 estrutura modificando sua forma de pastejo na tentativa de colher folhas e rejeitando  
17 colmos (Benvenuti et al., 2006; Drescher, 2006), fato observado na Figura 3, que  
18 mostra o aparecimento de colmos no horizonte pastejado a partir de 40% de  
19 rebaixamento.

20        Portanto, ao se calcular as alturas teóricas segundo os modelos preditivos que  
21 consideram parâmetros do animal, ocorreram superestimções do rebaixamento  
22 esperado do pasto. Ou seja, a altura observada neste experimento foi superior a altura  
23 predita pelos modelos calculados. Os fatores que podem ter contribuído para essa  
24 diferença são: a área e/ou a profundidade do bocado reduzida e o possível desinteresse

1 do animal pela estrutura que se apresenta em horizontes inferiores, expostos em  
2 elevados níveis de depleção do pasto.

3 A área do bocado, de acordo com Hodgson (1997), é menos sensível às  
4 variações estruturais do pasto que a profundidade do bocado. No entanto, levando em  
5 consideração a seletividade por folhas, o animal pode ter decidido realizar bocados  
6 dirigidos nas folhas entremeadas a colmos+bainhas nos horizontes inferiores do pasto,  
7 fato que poderia ter ocasionado diminuição da área do bocado (Benvenuti et al., 2006 e  
8 2009; Drescher, 2003). Isso, por si só, diminuiria a chance de ser aferida a altura em  
9 área pastejada, ocorrendo dessa forma menor rebaixamento do que o esperado, quando  
10 satisfeitas as disposições de profundidade, área de bocado e pastejo em horizontes.

11 Considerando que o diâmetro do bocado calculado pelas equações de Illius e  
12 Gordon (1987) e Laca et al. (1992) foram 12,3 e 16,4 cm<sup>2</sup> respectivamente e que a  
13 distância entre linhas de plantas era de 17 cm, pode se inferir que os colmos não  
14 conferiram impedimento na área do bocado como barreira horizontal. Dessa forma, a  
15 hipótese para a maior diferença entre alturas preditas e reais da Figura 5 é a redução da  
16 profundidade do bocado, devido à barreira vertical imposta por colmos+bainhas. Há  
17 registro desse fenômeno na literatura (Benvenuti et al., 2006).

18 Outro fator que pode ter ocasionado as diferenças encontradas entre as alturas  
19 reais e as preditas utilizando os modelos e pressupostos, se refere à memória de trabalho  
20 (vide definição em Bailey et al., 1996), a qual pode ter levado o animal a se  
21 desinteressar pela estrutura encontrada ao longo do rebaixamento nos tratamentos de  
22 maior intensidade de depleção do pasto (superiores a 40% de rebaixamento da altura  
23 inicial). Amaral (2009) observou o padrão de rebaixamento de azevém anual por vacas  
24 leiteiras em pastos com altura inicial de 25 cm. Ao chegar em 13 cm (48% de

1 rebaixamento), o autor observou acentuado desinteresse dos animais pela estrutura.  
2 Segundo Amaral (2009), esse desinteresse foi evidente, visto que os animais  
3 modificaram rapidamente seu padrão de remoção de forragem, diminuindo a taxa de  
4 rebaixamento.

5

## 6 **5. Conclusões**

7 Os animais pastejam em camadas. O limite de transição de uso do primeiro para  
8 o segundo horizonte de pastejo está quando ocorre depleção de 70-80% da primeira  
9 camada. Nesse momento, o dossel conta com menos de 45% das lâminas foliares  
10 iniciais, havendo ainda em torno de 20-30% de área não pastejada, quando ocorre  
11 acentuada redução na taxa de ingestão. Os modelos utilizados para predição da altura  
12 teórica do pasto, levando em consideração variáveis animais, não são capazes de  
13 prever com exatidão os níveis de rebaixamento do pasto.

14

## 15 **6. Referências**

16 Amaral, M.F., 2009. Estruturas de pasto para elevadas velocidades de ingestão: um  
17 modelo para sistemas leiteiros. Dissertação (Zootecnia) - Universidade Federal do Rio  
18 Grande do Sul.

19 Bailey, D.W., Gross, J.E., Laca, E.A., Rittenhouse, L.R., Coughenour, M.B., Swift,  
20 D.M., Sims, P.L., 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution  
21 patterns. *J. Range. Manage.*, 49, 386–400.

22 Barthram, G.T., 1985. Experimental techniques: the HFRO sward stick, in: Alcock,  
23 M.M. (Ed.), *Biennial Report of the Hill Farming Research Organization*. Hill Farming  
24 Research Organization, Midlothian, pp. 29–30.

- 1 Barret, P.D., Laidlaw, A.S., Mayne, C.S. Chistie, H., 2001. Pattern of herbage intake  
2 rate and bite dimensions of rotationally grazed cows as sward height declines. *Grass*  
3 *Forage Sci.*, 56, 362–373.
- 4 Baumont, R., Cohen-Salmon, D., Prache, S., Sauvant, D., 2004. A mechanistic model of  
5 intake and grazing behaviour in sheep integrating sward architecture and animal  
6 decisions. *Ani. Feed Sci. Tech.*, 112, 5–28.
- 7 Benvenuti, M.A., Gordon, I.J., Poppi, D.P., 2006. The effect of the density and  
8 physical properties of grass stems on the foraging behaviour and instantaneous intake  
9 rate by cattle grazing an artificial reproductive tropical sward. *Grass Forage Sci.*, 61,  
10 272-281.
- 11 Benvenuti, M.A., Gordon, I.J., Poppi, D.P., Crowther, R., Spinks, W., Moreno, F.C.,  
12 2009. The horizontal barrier effect of stems on the foraging behaviour of cattle grazing  
13 five tropical grasses. *Liv. Sci.*, 126, 229–238.
- 14 Cangiano, C.A., Galli, J., 1999. Conpast 3.0 programa de computación para la  
15 estimación del consumo de bovinos en pastoreo, 228 p.
- 16 Carvalho, P.C.F., Trindade, J.K., Silva, S.C., Bremm, C., Mezzalira, J.C., Nabinger, C.,  
17 Amaral, M.F., 2009. Consumo de forragem por animais em pastejo: analogias e  
18 simulações em pastejo rotativo. In: 25º Simpósio sobre Manejo da Pastagem -  
19 Intensificação de sistemas de produção animal em pastos. FEALQ.
- 20 Carvalho, P.C.F., Ribeiro Filho, H.M.N., Poli, C.H.E.C. Moraes, A., Delagarde, R.,  
21 2001. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal  
22 em pastejo, in: *Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia: A*  
23 *produção animal na visão dos brasileiros*, Piracicaba, pp. 853–871.
- 24 Carvalho, P.C.F., 1997. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de

- 1 ruminantes em pastejo. In: Simpósio sobre avaliação de pastagens com animais, 1997,  
2 Maringá. Anais... Maringá: Universidade Estadual de Maringá. p.25–52.
- 3 Conrad, H.R., Pratt, A.D., Hibbs, J.W., 1964. Regulation of feed intake in dairy cows. I.  
4 Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility.  
5 J. Dairy Sci., 47:54.
- 6 Delagarde, R., Peyraud, J.L., Delaby, L., Faverdin, P., 2000. Vertical distribution of  
7 biomass, chemical composition and pepsin-cellulase digestibility in a perennial ryegrass  
8 sward: interaction with month of year, regrowth age and time of day. Anim. Feed Sci.  
9 Technol., 84, 49–68.
- 10 Delagarde, R., Prache, S., D'Hour, P., Petit, M., 2001. Ingestion de l'herbe par les  
11 ruminants au pâturage. In : Nouveaux regards sur le pâturage. Association Française  
12 pour la Production Fourragère. Proceedings... p.53-68.
- 13 Drescher, M., 2003. Grasping complex matter: large herbivore foraging in patches of  
14 heterogeneous resources. PhD Thesis, Wageningen University.
- 15 Drescher, M., Heitkonig, I.M.A., Raats, J.G., Prins, H.H.T., 2006. The role of grass  
16 stems as structural foraging deterrents and their effects on the foraging behaviour of  
17 cattle. App. Anim. Behav. Sci. 101, 10-26.
- 18 Flores, E.R., Laca, E.A., Griggs, T.C., Demment, M.W., 1993. Sward height and  
19 vertical morphological differentiation determine cattle bite dimensions. Agr. J., 85,  
20 527–532.
- 21 Genro, T.C.M., 1999. Estimativas de consumo em pastejo e suas relações com os  
22 parâmetros da pastagem em gramíneas tropicais. Tese (Doutorado) - Universidade  
23 Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 130p.
- 24 Gordon, I.J., Benvenuti, M., 2006. Food in 3D: How Ruminant Livestock Interact with

- 1 Sown Sward Architecture at the Bite Scale. In: V. Bels (Ed.). Feeding in Domestic  
2 Vertebrates. Wallingford: CAB International, p.273–287.
- 3 Hodgson, J., 1977. Factors limiting herbage intake by the grazing animal. Proc Int. Meet.  
4 Animal Prod. From temperature grassland, Dublin, p.70–75.
- 5 Hodgson, J., Cosgrove, G.P., Woodward, S.J.R., 1997. Research on foraging behavior:  
6 progress and priorities. In: Proceedings of International Grassland Congress, 18.,  
7 Winnipeg,... [S.l. : s.n.] 1 CD-ROM.
- 8 Illius, A.W., Gordon, I.J., 1987. The allometry of food intake in grazing ruminants. J.  
9 Anim. Ecol.,56, 989-999.
- 10 Ketelaars, J.J.M.H., Tolcamp, B.J., 1992. Toward a new theory of feed intake regulation  
11 in ruminants 1. Causes of differences in voluntary feed intake: critique of current views.  
12 Livest. Produc. Sci., 30, 269–296.
- 13 Laca, E.A., Ungar, E.D., Demment, M.W., 1992. Effects of sward height and bulk  
14 density on bite dimensions of cattle grazing homogenous swards. Grass. Forage Sci., 47,  
15 91–102.
- 16 Mertens, D.R., 1994. Regulation of forage intake. In: G. Fahey (ed.). Forage quality,  
17 evaluation, and utilization. University of Nebraska. p.450–493.
- 18 Montgomery, M.J., Baumgardt, B.R., 1965. Regulation of feed intake in ruminants. II  
19 rations varying in energy concentration and physical form. J. Dairy Sci., 48, 1623–1633.
- 20 Parsons, A.J., Thornley, H.M., Newman, J., Penning, P.D., 1994. A mechanistic model  
21 of some physical determinants of intake rate and diet selection in a two-species  
22 temperate grassland sward. Funct. Ecol., 8, 187–204.
- 23 Penning, P.D., Hooper, G.E.N., 1985. A evaluation of the use of short-term weight  
24 changes in grazing sheep for estimating herbage intake. Grass. Forage Sci., 40, 79–84.

- 1 Prache, S., Roguet, C., Petit, M., 1998. How degree of selectivity modifies foraging  
2 behaviour of dry ewes on reproductive compared to vegetative sward structure. *Appl.*  
3 *Anim. Behav. Sci.*, 57, 91–108a.
- 4 Prache, S.; Gordon, I.J.; Rook, A.J., 1998. Foraging behavior and diet selection in  
5 domestic herbivores. *Ann. Zootech.*, 47, 1-11b.
- 6 Roguet, C., Dumont, B., Prache, S., 1998. Selection and use of feeding sites and feeding  
7 stations by herbivores. A review. *Ann. Zootec.*, 47, 225–244.
- 8 Rutter, S.M., Champion, R.A., Penning, P.D., 1997. An automatic system to record  
9 foraging behaviour in free-ranging ruminants. *Appl. Anim. Behav., Sci.*, 54, 185–195.
- 10 Stobbs, T.H., 1973. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II.  
11 Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria*  
12 *anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. *Australian J. Agric. Res.*, 6,  
13 821–829, 1973.
- 14 Ungar, E.D., 1998. Changes in bite area and bite depth during patch depletion by cattle,  
15 In: Gibb, M.J. (Ed.). *Proceedings... IXth European Intake Workshop on Techniques for*  
16 *Investigating Intake and Ingestive Behaviour by Farm Animals*, IGER, North Wyke, pp.  
17 81–82.
- 18

## **5.CAPITULO V**

### **5.1 Considerações finais**

## 5.1 Considerações Finais

### 5.1.1 Sobre a reprodutibilidade das metas de manejo

A diminuição do ganho animal em ofertas de forragem acima do ótimo sempre foi explicada pela diminuição do valor nutritivo da forragem. Os resultados da presente dissertação indicam que a diminuição do desempenho animal também possa advir de uma surpreendente diminuição do consumo, ainda que em condição de elevada oferta de pasto. Isto, pois a forragem se torna cada vez mais difícil de ser capturada, aumentando o tempo necessário à realização do bocado, além de produzir bocados de menor massa, reduzindo a taxa de ingestão.

De acordo com os resultados do presente trabalho, fica evidente a necessidade de oferecer aos animais estruturas de pasto que otimizem o processo de pastejo. Tanto no pastejo contínuo, onde os *patches* explorados pelos animais no decorrer de cada dia de pastejo devam estar na altura adequada, como no método de pastejo com lotação intermitente, onde esta altura ótima seja a altura de entrada no piquete, e a saída corresponda à proporção que não prejudique a taxa de ingestão.

Pastagens de clima tropical, como o sorgo forrageiro, apresentam lâminas foliares longas, fazendo com que os animais adotem uma estratégia de pastejo tipo “espaguete” para sua captura (Carvalho et al., 2001). Uma situação que normalmente ocorre no método de pastejo com lotação intermitente com espécies de clima tropical eretas, como o sorgo forrageiro com vacas leiteiras, onde os animais entram no piquete e têm o consumo limitado em duas fases,

de acordo com os resultados do presente trabalho. No início do período de ocupação, quando o manejo adotado não respeita alturas de entrada adequada, as plantas estão numa altura demasiadamente elevada, produto do longo período de descanso utilizado pela maioria dos produtores. Nessa situação, a taxa de ingestão está limitado pela dispersão espacial da forragem, aumentando o custo de captura em termos de tempo do processo. Com o decorrer do rebaixamento, a taxa de ingestão passa a ser limitado pela própria diminuição na oferta de lâminas foliares, e pelo aparecimento de colmos, componente que traz maior dificuldade para a construção do bocado.

Essa limitação de taxa de ingestão em estruturas de pastos não adequadas torna-se mais reelevante no caso de vacas leiteiras em lactação uma vez que nos sistemas leiteiros as vacas em lactação têm seu tempo de pastejo limitado pelos períodos em que estão em ordenha, em geral duas vezes por dia. Além disso as exigências nutricionais de vacas leiteiras é maior, chegando a exigirem até 583 min/dia de pastejo, como efeito exclusivo de sua maior demanda (Penning et al., 1998). Nesse sentido, qualquer restrição no tempo de pastejo acarreta forte penalização do consumo. Dessa forma, a taxa de ingestão torna-se um atributo da maior importância no manejo de pastagens em sistemas pastoris de produção de leite.

Outro ponto a ser ressaltado é o que se exemplifica na Figura 3 do capítulo de Revisão Bibliográfica. Como se pode concluir, embora a magnitude dos valores de ingestão mude, a resposta funcional é sempre a mesma. Ou seja, o ponto ótimo, localizado no eixo das abscissas, é sempre muito próximo, enquanto a magnitude do processo possa se modificar. O que se pode concluir

disso é que quando se estuda a resposta funcional do consumo em uma espécie, como o sorgo forrageiro, a amplitude dos valores de consumo pode mudar segundo, por exemplo, condições de densidade de plantas ou adubação nitrogenada. Entretanto, o ponto ótimo de pastejo, ou seja, onde a TI ou a MB são maximizadas, pode ser extrapolado para distintas densidades volumétrica da forragem, e será sempre o mesmo. Esta conjectura é ilustrada pela Figura 5. De acordo com Mayne et al. (1997), independentemente da densidade volumétrica da forragem, as máximas taxas de ingestão são obtidas com alturas de cerca de 180-200 mm.

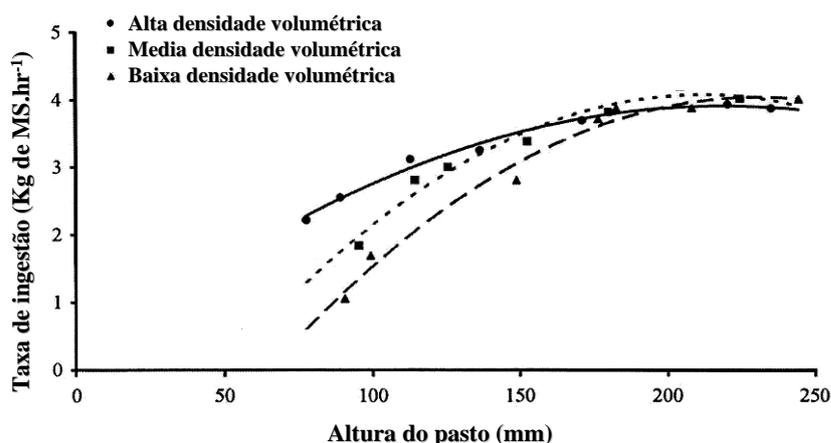


Figura 5: Relação entre altura do pasto e taxa de ingestão de matéria seca em diferentes níveis de densidade volumétrica da forragem (Mayne et al., 1997)

### 5.1.2 Sobre a importância de entender as relações de causa efeito - redirecionamento das pesquisas científicas

Atualmente observa-se que a crescente especialização dos sistemas de produção, no caso dos sistemas pastoris, ocasionou uma série de prejuízos ambientais, demonstrado pela insustentabilidade destes sistemas (Lemaire et al., 2005). Resultados decorrentes são a degradação de pastagens pelas altas

lotações empregadas (Tamminga, 2003), a contaminação da água pelos fertilizantes, entre outros, tudo pela busca de maior produtividade.

Frequentemente encontramos pesquisadores buscando arduamente por recordes de produtividade, não priorizando a busca pelo entendimento dos processos que determinam ou contribuem para essas produções. Encontram e concluem, muitas vezes, por qual tratamento tenha maior produção, sem entender a razão dessa maior produção.

É evidente a necessidade de mudar os rumos da pesquisa científica, como já aconteceu em outros países. A busca da maior intensificação do sistema deve passar, necessariamente, pela busca de conhecimento acerca do que ocorre nos sistemas pastoris, devido à complexidade das relações entre clima, solo, planta e animal (Carvalho, 2005). Dessa forma, a pesquisa científica deve se aprofundar no conhecimento e gerar novos subsídios que possam ajudar a esclarecer os processos que ocorrem no assunto pesquisado.

Recentemente, de acordo com revisão elaborada por Nascimento Junior et. al. (2003), houve avanço científico na área de manejo de sistemas pastoris, ocorrendo mudança na direção das pesquisas. Elas se tornaram mais explicativas, o que deve continuar e progredir nas universidades e centros de pesquisas brasileiros. No caso das pesquisas de nossa área de estudo (manejo do pasto), Carvalho (2005) alega que se deve tentar aprender com os animais, e não tentar ensiná-los o que devem ou não pastar, na prepotência de achar que nós sabemos o que os herbívoros devem ou não comer na tentativa de criar ambientes de produção animal que sejam sustentáveis, e não apenas alcançar recordes de produção custe o que custar. Ou seja, os meios pelos

quais a maior produção é alcançada é tão importante quanto a própria produção.

## **6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AGREIL, C.; MEURET, M.; FRITZ, H. Adjustment of feeding choices and intake by a ruminant foraging in varied and variable environments: new insights from continuous bite monitoring. In: BELS, V. (Ed.). **Feeding in domestic vertebrates**. Wallingford: CAB International, 2006. p. 302–325.

ALLDEN, A. G.; WHITTAKER, I. A. McD. The determinants of herbage intake by grazing sheep: The interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 21, n. 5, p. 755-766, 1970.

AMARAL, M. F. **Estruturas de pasto para elevadas velocidades de ingestão: um modelo para sistemas leiteiros**. 2009. 163 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

BARRE, P. et al. Morphological characteristics of perennial ryegrass leaves that influence short-term intake in dairy cows. **Agronomy Journal**, Madison, v. 98, n. 1, p. 978-985, 2006.

BAUMONT, R. et al. A mechanistic model of intake and grazing behaviour in sheep integrating sward architecture and animal decisions. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 112, p. 5-28, 2004.

BURLISON, A. J.; HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. Sward canopy structure and the bite dimensions and bite weight of grazing sheep. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 46, n. 1, p. 29-38, 2001.

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

CARRERE, P. et al. How does the vertical and horizontal structure of a perennial ryegrass and white clover sward influence grazing? **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 56, n. 1, p. 118-130, 2001.

CARVALHO, P. C. F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1., 1997, Maringá. **Anais...** Maringá, 1997. p. 25-52.

CARVALHO, P. C. F. O manejo da pastagem como gerador de ambientes pastoris adequados à produção animal. In: PEDREIRA, C. G. S. et al. (Org.). **Teoria e prática da produção animal em pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 7-32.

CARVALHO, P. C. F. et al. Características estruturais do pasto e o consumo de forragem: o quê pastar, quanto pastar e como se mover para encontrar o pasto In: MANEJO estratégico da pastagem. Viçosa, MG: UFV, 2008. v. 1, p. 101-130.

CARVALHO, P. C. F. et al. Pastagens altas podem limitar o consumo dos animais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/SBZ, 2001. p. 265-268a.

CARVALHO, P. C. F. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/SBZ, 2001. p. 853-871b.

CARVALHO, P. C. F. et al. Do bocado ao sítio de pastejo: manejo em 3D para compatibilizar a estrutura do pasto e o processo de pastejo. In: Simpósio de forragicultura e pastagem, 7., 2009, Lavras. **Anais...** Lavras, 2009. p. 160-173.

CARVALHO, P.C.F.; POLI, C.H.E.C.; NABINGER, C.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de bovinos em pastejo e sua relação com a estrutura da pastagem. In: FERRAZ, J.B.S. (Ed.). PECUÁRIA 2000: A PECUÁRIA DE CORTE NO III MILÊNIO, 2000, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: USP, 2000. n. 1 CD-ROM.

CHARNOV, E. L. Optimal foraging, the marginal value theorem. **Theoretical Population Biology**, New York, v. 9, p. 129-136, 1976.

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

DILLON, P. Achieving high dry-matter intake from pasture with grazing dairy cows. In: ELGERSMA, A.; DIJKSTRA, J.; TAMMINGA, S. (Ed.). **Fresh herbage for dairy cattle**. Springer, 2006, p.1-26.

FLORES, E. R. et al. Sward height and vertical morphological differentiation determine cattle bite dimensions. **Agronomy Journal**, Madison, v. 85, n. 3, p. 527-532, 1993.

GINNETT, T. F. et al. Patch depression in grazers: the roles of biomass distribution and residual stems. **Functional Ecology**, Cambridge, v. 13, n. 1, p. 37-44, 1999.

GONÇALVES, E. N. et al. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: padrões de deslocamento e uso de estações alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 11, p. 2121-2126, 2009.

GORDON, I. J.; BENVENUTTI, M. Food in 3D: How Ruminant Livestock Interact with Sown Sward Architecture at the Bite Scale. In: BELS, V. (Ed.). **Feeding in Domestic Vertebrates**. Wallingford: CAB International, 2006. p. 273-287.

GORDON, I. J.; ILLIUS, A. Foraging strategy: From monoculture to mosaics. In: SPEEDY, A. W. (Ed.). **Progress in sheep and goat research**. Wallingford: CAB International, 1992. p. 153 -178.

HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15, 1985, Kyoto. **Proceedings...** Kyoto: Japanese Society of Grassland Science, 1985. p. 66-63.

HODGSON, J; SILVA, S. C. da. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM.

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

LEMAIRE, G.; WILKINS, R.; HODGSON, J. Challenges for grassland science: managing research priorities. **Agriculture Systems and Environment**, Wageningen, v. 108, p. 99-108. 2005.

MAYNE C. S. et al. The effect of sward height and bulk density on herbage intake and grazing behaviour of dairy cows. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1997, Canadá. **Proceedings...** Canada, 1997. p. 15-16.

MEZZALIRA, J. C. et al. Dynamics of the grazing down process in *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. managed according to rotational stocking strategies. In: GRASSLAND SCIENCE IN EUROPE, 15., 2010, Kiel. **Proceedings...** Kiel, 2010. 1 CD-ROM.

NASCIMENTO JUNIOR, D. et al. A produção animal em pastagens no Brasil: uso do conhecimento técnico e resultados. In: PEIXOTO, A. M. et al. (Ed.) **Produção animal em pastagens**. Piracicaba: Fealq, 2003. p.1-82.

PALHANO, A. L. et al. Características do processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagens de capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1014-1021, 2007.

PRACHE, S.; PEYRAUD, J. Foraging: behavior and intake in temperate cultivated grassland. In: International grassland congress, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro: 2001, p. 309-319.

SOLLENBERGER, L. E.; BURNS, J. C. Canopy characteristics ingestive behavior and herbage intake in cultivated tropical grassland. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro: 2001. p. 321-327

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

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

TAMMINGA, S. Pollution due to nutrient losses and its control in European animal production. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 84, n. 1, p. 101-111. 2003.

## **7.APÊNDICES**

## Apêndice 1. Normas em que foi escrito o capítulo II

**LIVESTOCK SCIENCE – ISSN: 18711413**

**ELSEVIER**

### **Types of paper**

1. Original Research Articles (Regular Papers)
2. Review Articles
3. Short Communications
4. Position Papers
5. Technical Notes
6. Book Reviews

*Original Research Articles* should report the results of original research. The material should not have been previously published elsewhere, except in a preliminary form. They should not occupy more than 12 Journal pages.

*Review Articles* should cover subjects falling within the scope of the journal which are of active current interest. Reviews will often be invited, but submitted reviews will also be considered for publication. All reviews will be subject to the same peer review process as applies for original papers. They should not occupy more than 12 Journal pages.

*A Short Communication* is a concise but complete description of a limited investigation, which will not be included in a later paper. Short Communications may be submitted to the journal as such, or may result from a request to condense a regular paper, during the peer review process. They should not occupy more than 5 journal pages (approximately 10 manuscript pages) including figures, tables and references.

*Position Papers* are informative and thought-provoking articles on key issues, often dealing with matters of public concern. These will usually be invited, but a submitted paper may also be considered for publication. They should not occupy more than 12 Journal pages.

*A Technical Note* is a report on a new method, technique or procedure falling within the scope of *Livestock Science*. It may involve a new algorithm, computer program (e.g. for statistical analysis or for simulation), or testing

## Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II

method for example. The Technical Note should be used for information that cannot adequately incorporated into an Original Research Article, but that is of sufficient value to be brought to the attention of the readers of *Livestock Science*. The note should describe the nature of the new method, technique or procedure and clarify how it differs from those currently in use if cannot be incorporated. They should not occupy more than 5 Journal pages.

*Book Reviews* will be included in the journal on a range of relevant books which are not more than two years old.

### Contact details for submission

Authors should send queries concerning the submission process or journal procedures to [AuthorSupport@elsevier.com](mailto:AuthorSupport@elsevier.com). Authors can check the status of their manuscript within the review procedure using Elsevier Editorial System.

### Page charges

This journal has no page charges.

### Before You Begin

#### Ethics in Publishing

For information on Ethics in Publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/ethicalguidelines>.

#### Policy and ethics

The work described in your article must have been carried out in accordance with *The Code of Ethics of the World Medical Association (Declaration of Helsinki) for experiments involving humans* <http://www.wma.net/e/policy/b3.htm>; *EC Directive 86/609/EEC for animal experiments* [http://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab\\_animals/legislation\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab_animals/legislation_en.htm); *Uniform Requirements for manuscripts submitted to Biomedical journals* <http://www.icmje.org/>. This must be stated at an appropriate point in the article.

## **Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II**

### **Conflict of interest**

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work.

See also <http://www.elsevier.com/conflictsofinterest>.

### **Submission declaration**

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere including electronically in the same form, in English or in any other language, without the written consent of the copyright-holder.

### **Copyright**

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (for more information on this and copyright see <http://www.elsevier.com/copyright>). Acceptance of the agreement will ensure the widest possible dissemination of information. An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations (please consult <http://www.elsevier.com/permissions>). If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article.

## **Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II**

preprinted forms for use by authors in these cases: please consult [↗](#)

<http://www.elsevier.com/permissions>.

Material in unpublished letters and manuscripts is also protected and must not be published unless permission has been obtained.

### **Retained author rights**

As an author you (or your employer or institution) retain certain rights; for details you are referred to: [↗](#) <http://www.elsevier.com/authorsrights>.

### **Role of the funding source**

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the paper for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated. Please see [↗](#) <http://www.elsevier.com/funding>.

### **Funding body agreements and policies**

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors whose articles appear in journals published by Elsevier, to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit [↗](#) <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

### **Language and language services**

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who require information about language editing and copyediting services pre- and post-submission please visit [↗](#) <http://www.elsevier.com/languageediting> or our customer support site at [http://nl.sitestat.com/elsevier/elsevier-com/s?clickout.elsevier.rightnow.support&ns\\_type=clickout](http://nl.sitestat.com/elsevier/elsevier-com/s?clickout.elsevier.rightnow.support&ns_type=clickout) for more information.

### **Submission**

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided

**Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II**

used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF files at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail removing the need for a paper trail.

***Submit your article***

Please submit your article via <http://ees.elsevier.com/livsci/>

**Referees**

Please submit, with the manuscript, the names, addresses and e-mail addresses of 3 potential referees. Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

**Preparation****Article structure**

Manuscripts should have numbered lines, with wide margins and double spacing throughout, i.e. also for abstracts, footnotes and references. Every page of the manuscript, including the title page, references, tables, etc., should be numbered. However, in the text no reference should be made to page numbers; if necessary, one may refer to sections. Avoid excessive usage of italics to emphasize part of the text.

Manuscripts in general should be organised in the following order:

- Title should be clear, descriptive and not too long
- Abstract
- Keywords (indexing terms)
- Introduction
- Material studied, area descriptions, methods, techniques
- Results
- Discussion
- Conclusion
- Acknowledgment and any additional information concerning research grants, and so on
- References

## Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II

- Figure captions
- Figures (separate file(s))
- Tables (separate file(s))

### Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name, and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that telephone and fax numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a "Present address" (or "Permanent address") may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

### Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon

**Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II**

The abstract should not be longer than 400 words.

**Keywords**

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, "and", "of"). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

**Nomenclature and units**

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other quantities are mentioned, give their equivalent in SI. You are urged to consult IUB: Biochemical Nomenclature and Related Documents: <http://www.chem.qmw.ac.uk/iubmb/> for further information.

Authors and Editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the *International Code of Botanical Nomenclature*, the *International Code of Nomenclature of Bacteria*, and the *International Code of Zoological Nomenclature*.

All biotica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals. All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified.

**Math formulae**

Present simple formulae in the line of normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Equations should be numbered serially at the right-hand side in parentheses. In general only equations explicitly referred to in the text need be numbered.

The use of fractional powers instead of root signs is recommended. Powers of e

### **Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II**

explanation are \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$  and \*\*\* $P < 0.001$ .

In chemical formulae, valence of ions should be given as, e.g.  $\text{Ca}^{2+}$ , not as  $\text{Ca}^{++}$ .

Isotope numbers should precede the symbols, e.g.  $^{18}\text{O}$ .

The repeated writing of chemical formulae in the text is to be avoided where reasonably possible; instead, the name of the compound should be given in full. Exceptions may be made in the case of a very long name occurring very frequently or in the case of a compound being described as the end product of a gravimetric determination (e.g. phosphate as  $\text{P}_2\text{O}_5$ ).

#### **Footnotes**

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article, using superscript Arabic numbers. Many wordprocessors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

#### *Table footnotes*

Indicate each footnote in a table with a superscript lowercase letter.

#### **Artwork**

##### ***Electronic artwork***

##### *General points*

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Save text in illustrations as "graphics" or enclose the font.
- Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times, Symbol.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Produce images near to the desired size of the printed version.
- Submit each figure as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

## Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II

<http://www.elsevier.com/artworkinstructions>

**You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.**

### *Formats*

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalised, please "save as" or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS: Vector drawings. Embed the font or save the text as "graphics".

TIFF: color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF: Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF: Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

DOC, XLS or PPT: If your electronic artwork is created in any of these Microsoft Office applications please supply "as is".

### **Please do not:**

- Supply embedded graphics in your wordprocessor (spreadsheet, presentation) document;
- Supply files that are optimised for screen use (like GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

### ***Color artwork***

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF, EPS or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color on the Web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced

## **Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II**

in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color in print or on the Web only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Please note: Because of technical complications which can arise by converting color figures to "gray scale" (for the printed version should you not opt for color in print) please submit in addition usable black and white versions of all the color illustrations.

### **Tables**

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article.

### **References**

References concerning unpublished data and "personal communications" should not be cited in the reference list but may be mentioned in the text.

#### ***Reference style***

*Text:* All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
3. *Three or more authors:* first author's name followed by "et al." and the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first alphabetically, then chronologically.

Examples: "as demonstrated (Allan, 1996a, 1996b, 1999; Allan and Jones, 1995). Kramer et al. (2000) have recently shown ...."

*List:* References should be arranged first alphabetically and then further sorted

## Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II

chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters "a", "b", "c", etc., placed after the year of publication.

### *Examples:*

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2000. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 1979. *The Elements of Style*, third ed. Macmillan, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 1999. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

### ***Journal abbreviations source***

Journal names should be abbreviated according to

Index Medicus journal abbreviations: <http://www.nlm.nih.gov/tsd/serials/lji.html>;

List of serial title word abbreviations: <http://www.issn.org/2-22661-LTWA-online.php>;

CAS (Chemical Abstracts Service): <http://www.cas.org/sent.html>.

### **Video data**

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a maximum size of 10 MB. Video and animation

## **Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II**

files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com/>. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>. Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

### **Supplementary data**

Elsevier accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com/>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please provide the data in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our artwork instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

### **Submission checklist**

It is hoped that this list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal's Editor for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

#### **Ensure that the following items are present:**

One Author designated as corresponding Author:

- E-mail address
- Full postal address

## Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II

- Telephone and fax numbers

All necessary files have been uploaded

- Keywords
- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes)

Further considerations

- Manuscript has been "spellchecked" and "grammar-checked"
- References are in the correct format for this journal
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Web)
- Color figures are clearly marked as being intended for color reproduction on the Web (free of charge) and in print or to be reproduced in color on the Web (free of charge) and in black-and-white in print
- If only color on the Web is required, black and white versions of the figures are also supplied for printing purposes

For any further information please visit our customer support site at

[http://nl.sitestat.com/elsevier/elsevier-com/s?clickout.elsevier.rightnow.support&ns\\_type=clickout](http://nl.sitestat.com/elsevier/elsevier-com/s?clickout.elsevier.rightnow.support&ns_type=clickout).

After Acceptance

### **Use of the Digital Object Identifier**

The Digital Object Identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly 'Articles in press' because they have not yet received their full bibliographic information. The correct format for citing a DOI is shown as follows (example taken from a document in the journal *Physics Letters B*):  
doi:10.1016/j.physletb.2003.10.071

## Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II

When you use the DOI to create URL hyperlinks to documents on the web, they are guaranteed never to change.

### Proofs

One set of page proofs (as PDF files) will be sent by e-mail to the corresponding author (if we do not have an e-mail address then paper proofs will be sent by post) or, a link will be provided in the e-mail so that authors can download the files themselves. Elsevier now provides authors with PDF proofs which can be annotated; for this you will need to download Adobe Reader version 7 (or higher) available free from [☞](#)

<http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html>. Instructions on how to annotate PDF files will accompany the proofs (also given online). The exact system requirements are given at the Adobe site: [☞](#)

<http://www.adobe.com/products/acrobat/acrrsystemreqs.html#70win>.

If you do not wish to use the PDF annotations function, you may list the corrections (including replies to the Query Form) and return them to Elsevier in an e-mail. Please list your corrections quoting line number. If, for any reason, this is not possible, then mark the corrections and any other comments (including replies to the Query Form) on a printout of your proof and return by fax, or scan the pages and e-mail, or by post. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately.

Therefore, it is important to ensure that all of your corrections are sent back to us in one communication: please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility. Note that Elsevier may proceed with the publication of your article if no response is received.

**Apêndice 1. (CONTINUAÇÃO) Normas em que foi escrito o capítulo II**

article via e-mail. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use.

**Author Inquiries**

For inquiries relating to the submission of articles (including electronic submission where available) please visit this journal's homepage. You can track accepted articles at <http://www.elsevier.com/trackarticle> and set up e-mail alerts to inform you of when an article's status has changed. Also accessible from here is information on copyright, frequently asked questions and more. Contact details for questions arising after acceptance of an article, especially those relating to proofs, will be provided by the publisher

## Apêndice 2. normas em que foram escritos os capítulo III e IV dessa dissertação

### APPLIED ANIMAL BEHAVIOUR SCIENCE

#### Guide for Authors

##### Preparation of manuscripts

1. Manuscripts should be written in English. *Language Editing*: Elsevier's Authors Home provides details of some companies who can provide English language and copyediting services to authors who need assistance *before* they submit their article or *before* it is accepted for publication. Authors should contact these services directly. For more information about language editing services, please email [authorsupport@elsevier.com](mailto:authorsupport@elsevier.com).

Please note that Elsevier neither endorses nor takes responsibility for any products, goods or services offered by outside vendors through our services or in any advertising. For more information please refer to our terms & conditions

☞ <http://www.elsevier.com/termsandconditions>.

In addition, the International Society for Applied Ethology can help members with the preparation of manuscripts for publication in *Applied Animal Behaviour Science* (and other English-language journals). Non-members of this Society will first need to join to gain access to this service: contact the Membership Secretary, Moira Harris, e-mail: [mharris@harper-adams.ac.uk](mailto:mharris@harper-adams.ac.uk). Members should requests for assistance to Dr Lindsay Matthews, Ruakura Agricultural Centre, Private Bag, Hamilton, New Zealand, tel.: + 64 7 838 5569; fax: + 64 7 838 5727; e-mail: [lindsay.matthews@agresearch.co.nz](mailto:lindsay.matthews@agresearch.co.nz). Include the paper title, authors, contact address (including fax and e-mail if possible), key words and the journal to which the paper will be submitted. Do not send the manuscript. You will be sent the details of

**Apêndice 2. (CONTINUAÇÃO) normas em que foram escritos os capítulo III e IV dessa dissertação**

someone who will help you with the English of your paper. The helper included as an author.

2. Manuscripts should have **numbered lines**, with wide margins and **double spacing** throughout, i.e. also for abstracts, footnotes and references. **Every page of the manuscript, including the title page, references, tables, etc., should be numbered.** However, in the text no reference should be made to page numbers; if necessary one may refer to sections. Avoid excessive usage of italics to emphasize part of the text.

3. Manuscripts in general should be organized in the following order:  
 Title (should be clear, descriptive and not too long)  
 Name(s) of author(s) - we would like to publish full first names rather than initials, and would

appreciate it if you would provide this information

Complete postal address(es) of affiliations

Full telephone, Fax No. and e-mail address of the corresponding author

Present address(es) of author(s) if applicable

Complete correspondence address including e-mail address to which the proofs should be sent

Abstract

Keywords (indexing terms), normally 3-6 items. Please refer to last index (Vol. 50/3-4).

Introduction

Material studied, area descriptions, methods, techniques

Results

Discussion

Conclusion

Acknowledgment and any additional information concerning research grants, etc.

References

Tables

Figure captions

Tables (separate file(s))

Figures (separate file(s)).

## **Apêndice 2. (CONTINUAÇÃO) normas em que foram escritos os capítulos III e IV dessa dissertação**

4. Titles and subtitles should not be run within the text. They should be typed on a separate line, without indentation. Use lower-case letter type.
5. SI units should be used.
6. Elsevier reserves the privilege of returning to the author for revision accepted manuscripts and illustrations which are not in the proper form given in this guide.

### **Abstracts**

The abstract should be clear, descriptive and not longer than 400 words. All online users have access to abstracts free-of-charge, and often use it as a basis to decide whether to access the full text article; therefore, the abstract needs to be a carefully written summary of the article and should summarise it so that it is understandable on its own, without reference to the full text. It should begin with a clear statement of the objective of the paper, and end by pointing out important conclusions.

### **Introduction**

The introduction should explain why the research was done, and specify the hypothesis that is being tested. Involved discussions of literature should not be included in the introduction, but in the discussion. The introduction should not normally be more than 750 words (approximately 3 pages).

### **Materials and Methods**

All procedures should be clearly explained, or referred to by means of the original reference. Any modifications to procedures must be explained. The information provided should be sufficient that a reader could repeat exactly the experiments reported, if desired.

### **Results**

This section should include only results that are relevant to the hypotheses outlined in the Introduction and considered in the Discussion. Present results in tabular or graphical form (see following sections) wherever possible. Text should explain why the experiment was carried out, and elaborate on the tabular or graphical data. Sufficient data should be presented so that the reader can interpret the results independently. In particular, statistical analyses should be complete and appropriate, and full details should be given either in the text, or in the Figures or Tables legends. Include the type of test, the precise data to which it was applied,

**Apêndice 2. (CONTINUAÇÃO) normas em que foi escrito o capítulo III e IV dessa dissertação**

the value of the relevant statistic, the sample size and/or degrees of

freedom, and the probability level. Any assumptions that have been made should be stated. In doubt, a statistical expert should be consulted.

**Discussion**

The discussion should interpret the results, and set them in the context of what is already known in the appropriate field. The discussion should be focused and limited to the actual results presented, and should normally not exceed about 1500 words. Results already described in the Results section should not be repeated here. Any necessary extensive discussion of the literature should be placed in the Discussion, and not in the Introduction.

**Conclusion**

The conclusion should be one or two sentences long only, and should present the take-home message that can be derived from the results presented.

**Tables**

1. Authors should take notice of the limitations set by the size and lay-out of the journal. Large tables should be avoided. Reversing columns and rows will often reduce the dimensions of a table.
2. If many data are to be presented, an attempt should be made to divide them over two or more tables.
3. Tables should be numbered according to their sequence in the text. The text should include references to all tables.
4. Each table should occupy a separate page of the manuscript. Tables should never be included in the text.
5. Each table should have a brief and self-explanatory title.
6. Column headings should be brief, but sufficiently explanatory. Standard abbreviations of units of measurement should be added between parentheses.
7. Vertical lines should not be used to separate columns. Leave some extra space between the columns instead.
8. Any explanation essential to the understanding of the table should be given as a footnote at the bottom of the table.

## **Apêndice 2. (CONTINUAÇÃO) normas em que foram escritos os capítulos III e IV dessa dissertação**

- Illustrations should be designed with the format of the page of the journal in mind. Illustrations should be of such a size as to allow a reduction of 50%
- Produce images near to the desired size of the printed version
- Each illustration should have a caption. The captions to all illustrations should be typed on a separate sheet of the manuscript
- Produce images near to the desired size of the printed version
- References should be made in the text to each illustration
- Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Helvetica, Times, Symbol
- Lettering should be big enough to allow a reduction of 50% without becoming illegible. Any lettering should be in English
- Use the same kind of lettering throughout and follow the style of the journal
- Number the illustrations according to their sequence in the text
- Use a logical naming convention for your artwork files
- Save text in illustrations as "graphics" or enclose the font
- Provide all illustrations as separate files
- Provide captions to illustrations separately
- Explanations should be given in the figure legend(s). Drawn text in the illustrations should be kept to a minimum
- Photographs are only acceptable if they have good contrast and intensity
- If a scale should be given, use bar scales on all illustrations instead of numerical scales that must be changed with reduction
- Explanations should be given in the figure legend(s). Drawn text in the illustrations should be kept to a minimum.

If you submit usable colour figures, Elsevier would ensure that these figures appeared free-of-charge in colour in the electronic version of your accepted paper, regardless of whether or not these illustrations are reproduced in colour in the printed version. Colour illustrations can only be included in print if the additional cost of reproduction is contributed by the author: you would receive information

regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. Please note that because of technical complications which may arise by converting colour figures to 'grey scale' (for the printed version, should you

## **Apêndice 2. (CONTINUAÇÃO) normas em que foram escritos os capítulos III e IV dessa dissertação**

### **Formats**

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalised, please "save as" or convert the images to one of the following formats (Note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below.):

**EPS:** Vector drawings. Embed the font or save the text as "graphics".

**TIFF:** Colour or greyscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

**TIFF:** Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

**TIFF:** Combinations bitmapped line/half-tone (colour or greyscale): a minimum of 500 dpi is required.

**DOC, XLS or PPT:** If your electronic artwork is created in any of these Microsoft Office applications please supply "as is".

### **Please do not:**

- Supply embedded graphics in your wordprocessor (spreadsheet, presentation) document
- Supply files that are optimised for screen use (like GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low
- Supply files that are too low in resolution
- Submit graphics that are disproportionately large for the content

### **Preparation of supplementary data**

Elsevier now accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, movies, animation sequences, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published free of charge online alongside the electronic version of your article in Elsevier web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please ensure that data are provided in one of our recommended file formats. Authors should submit the material together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file.

## **Apêndice 2. (CONTINUAÇÃO) normas em que foram escritos os capítulos III e IV dessa dissertação**

### **References**

1. All publications cited in the text should be presented in a list of references following the text of the manuscript. The manuscript should be carefully checked to ensure that the spelling of authors' names and dates are exactly the same in the text as in the reference list.

2. In the text refer to the author's name (without initial) and year of publication, followed, if necessary, by a short reference to relevant pages. Examples: "Since Peterson (1988) has shown that..."; "This is in agreement with results obtained later (Kramer, 1989, pp. 12-16)".

3. If reference is made in the text to a publication written by more than two authors, the name of the first author should be used followed by "et al.". This indication, however, should never be used in the list of references. In this list, names of first author and all co-authors should be mentioned.

4. References cited together in the text should be arranged chronologically. The list of references should be arranged alphabetically on authors' names, and chronologically per author. If an author's name in the list is also mentioned with co-authors, the following order should be used: publications of the single author, arranged according to publication dates - publications of the same author with one co-author - publications of the author with more than one co-author. Publications by the same author(s) in the same year should be listed as 1974a, 1974b, etc.

5. Use the following system for arranging your references:

*a. For periodicals*

Mastrota, F. M., Mench, J. A., 1994. Avoidance of dyed food by the northern bobwhite. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 42, 109-119.

*b. For edited symposia, special issues, etc. published in a periodical*

Thompson, K.V., 1991. Flehmen and social dominance in captive female sable antelope, *Hippotragus niger*. In: Mungal, E.C. (Ed.), *Ungulate Behavior and Management*. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 29, 121-133.

*c. For relevant papers within books*

Alcock, J., 1975. *Animal Behavior*. Sinauer Associates, Sunderland, MA, pp. 173-204.

*d. For relevant pages within multi-author books*

## **Apêndice 2. (CONTINUAÇÃO) normas em que foi escrito o capítulo III e IV dessa dissertação**

7. In the case of publications in any language other than English, the

original title is to be retained. However, the titles of publications in non-Latin alphabets should be transliterated, and a notation such as "(in Russian)" or "(in Greek, with English abstract)" should be added.

8. Work accepted for publication but not yet published should be referred to as "in press".

9. References concerning unpublished data and "personal communications" should not be cited in the reference list but may be mentioned in the text.

10. Web references may be given. As a minimum, the full URL is necessary. Any further information, such as Author names, dates, reference to a source publication and so on, should also be given.

11. Articles available online but without volume and page numbers may be referred to by means of their Digital Object identifier (DOI) code.

### **Formulae**

1. Give the meaning of all symbols immediately after the equation in which they are first used.

2. For simple fractions use the solidus (/) instead of a horizontal line.

3. Equations should be numbered serially at the right-hand side in parentheses. In general only equations explicitly referred to in the text need be numbered.

4. The use of fractional powers instead of root signs is recommended. Powers of e are often more conveniently denoted by exp.

5. In chemical formulae, valence of ions should be given as, e.g.  $\text{Ca}^{2+}$ , not as  $\text{Ca}^{++}$ .

6. Isotope numbers should precede the symbols e.g.  $^{18}\text{O}$ .

7. The repeated use of chemical formulae in the text is to be avoided where reasonably possible; instead, the name of the compound should be given in full. Exceptions may be made in the case of a very long name occurring very frequently or in the case of a compound being described as the end product of a gravimetric determination (e.g. phosphate as  $\text{P}_2\text{O}_5$ ).

### **Footnotes**

1. Footnotes should only be used if absolutely essential. In most cases it will be possible to incorporate the information in normal text.

2. If used, they should be numbered in the text, indicated by superscript

**Apêndice 2. (CONTINUAÇÃO) normas em que foram escritos os capítulos III e IV dessa dissertação**

numbers, and kept as short as possible.

**Nomenclature**

1. Authors and Editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the *International Code of Botanical Nomenclature*, the *International Code of Nomenclature of Bacteria*, and the *International Code of Zoological Nomenclature*.
2. All botica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals.
3. All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified.
4. For chemical nomenclature, the conventions of the *International Union of Pure and Applied Chemistry* and the official recommendations of the *IUPAC-IUB Combined Commission on Biochemical Nomenclature* should be followed.

### Apêndice 3. Output JMP Referente aos dados do capítulo II dessa Dissertação

#### Experimento 1

#### Porcentagem de Matéria seca

#### Whole Model

#### Regression Plot

#### Actual by Predicted Plot

#### Summary of Fit

Rsquare	0,031658
RSquare Adj	-0,06518
Root Mean Square Error	0,040865
Mean of Response	0,270194
Observations (or Sum Wgts)	12

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	0,00054595	0,000546	0,3269
Error	10	0,01669912	0,001670	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	11	0,01724507		0,5801

#### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,248533	0,039678	6,26	<,0001*
alt real	0,0003906	0,000683	0,57	0,5801

#### Bivariate Fit of Altinicial By Trat

#### Linear Fit

Altinicial = 0,3602711 + 1,0097141\*Trat

#### Summary of Fit

RSquare	0,990909
RSquare Adj	0,99
Root Mean Square Error	1,80933
Mean of Response	55,89455
Observations (or Sum Wgts)	12

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	3568,3288	3568,33	1090,007
Error	10	32,7367	3,27	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	11	3601,0655		<,0001*

#### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,3602711	1,761305	0,20	0,8420
Trat	1,0097141	0,030583	33,02	<,0001*

### Apêndice 3. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo II dessa Dissertação

#### Bivariate Fit of AltFinal By Trat

##### Linear Fit

AltFinal = -0,291081 + 1,0072808\*Trat

##### Summary of Fit

RSquare	0,99124
RSquare Adj	0,990363
Root Mean Square Error	1,771572
Mean of Response	55,10936
Observations (or Sum Wgts)	12

##### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	3551,1511	3551,15	1131,492
Error	10	31,3847	3,14	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	11	3582,5358		<,0001*

##### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	-0,291081	1,72455	-0,17	0,8693
Trat	1,0072808	0,029945	33,64	<,0001*

#### Bivariate Fit of MFtotal kgMS/ha By Sward height (cm)

##### Linear Fit

MFtotal kgMS/ha = -1035,397 + 65,877699\*Sward height (cm)

##### Summary of Fit

Rsquare	0,843165
RSquare Adj	0,827482
Root Mean Square Error	537,4396
Mean of Response	2617,686
Observations (or Sum Wgts)	12

##### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	15528504	15528504	53,7614
Error	10	2888413	288841,29	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	11	18416917		<,0001*

##### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	-1035,397	521,8208	-1,98	0,0753
Sward height (cm)	65,877699	8,984693	7,33	<,0001*

### Apêndice 3. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo II dessa Dissertação

#### Bivariate Fit of MFColmokgha By Sward height (cm)

##### Linear Fit

MFColmokgha = -862,7358 + 36,112181\*Sward height (cm)

##### Summary of Fit

RSquare	0,835291
RSquare Adj	0,81882
Root Mean Square Error	303,3336
Mean of Response	1139,775
Observations (or Sum Wgts)	12

##### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	4666166,2	4666166	50,7130
Error	10	920112,7	92011	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	11	5586278,9		<,0001*

##### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	-862,7358	294,5183	-2,93	0,0151*
Sward height (cm)	36,112181	5,071006	7,12	<,0001*

#### Bivariate Fit of MFLâminaskgha By Sward height (cm)

##### Linear Fit

MFFolhaskgha = -142,4039 + 28,670593\*Sward height (cm)

##### Summary of Fit

RSquare	0,854488
RSquare Adj	0,839937
Root Mean Square Error	223,7995
Mean of Response	1447,452
Observations (or Sum Wgts)	12

##### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	2941210,5	2941211	58,7230
Error	10	500862,2	50086	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	11	3442072,7		<,0001*

##### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	-142,4039	217,2956	-0,66	0,5270
Sward height (cm)	28,670593	3,741388	7,66	<,0001*

### Apêndice 3. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo II dessa Dissertação

#### Nonlinear Fit

Response: TI\_PV, Predictor: Model L (3P)

#### Control Panel

Converged in Gradient

Criterion	Current	Stop Limit
Iteration	2	60
Obj Change	2,476531e-12	1e-15
Relative Gradient	2,234794e-17	0,000001
Gradient	2,724197e-16	0,000001

Parameter	Current Value	Lock
theta1	0,1767925041	
theta2	0,0010969743	
SSE	0,0009305256N	
	12	

Parameter	Estimate	Low	High
theta1	0,1767925041	5e+9	1,5e+10
theta2	0,0010969743	0,75	2,25

#### Solution

SSE	DFE	MSE	RMSE
0,0009305256	10	9,3053e-5	0,0096464

Parameter	Estimate	ApproxStdErr
theta1	0,1767925041	0,00363338
theta2	0,0010969743	0,00022844

#### Summary of Fit

RSquare	0,697514
RSquare Adj	0,667266
Root Mean Square Error	0,009646
Mean of Response	0,165585
Observations (or Sum Wgts)	12

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	0,00214574	0,002146	23,0594
Error	10	0,00093053	0,000093	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	11	0,00307626		0,0007*

#### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	-7313162	1522935	-4,80	0,0007*
Model L (3P)	0,0007313	0,000152	4,80	0,0007*

### Apêndice 3. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo II dessa Dissertação

#### Bivariate Fit of AltrealInicial By Porc\_reb\_real

##### Linear Fit

AltrealInicial = 51,733918 + 1,0739326\*Porc\_reb\_real

##### Summary of Fit

RSquare	0,046435
RSquare Adj	-0,02692
Root Mean Square Error	1,106605
Mean of Response	52,26013
Observations (or Sum Wgts)	15

##### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	0,775214	0,77521	0,6330
Error	13	15,919462	1,22457	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	14	16,694676		0,4405

##### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	51,733918	0,720452	71,81	<,0001*
Porc_reb_real	1,0739326	1,349766	0,80	0,4405

#### Bivariate Fit of Altrealfinal By Porc\_reb\_real

##### Linear Fit

Altrealfinal = 51,890574 - 51,604126\*Porc\_reb\_real

##### Summary of Fit

RSquare	0,997294
RSquare Adj	0,997086
Root Mean Square Error	0,611169
Mean of Response	26,60509
Observations (or Sum Wgts)	15

##### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	1789,9324	1789,93	4791,976
Error	13	4,8559	0,37	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	14	1794,7883		<,0001*

##### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	51,890574	0,397899	130,41	<,0001*
Porc_reb_real	-51,60413	0,745465	-69,22	<,0001*

#### Bivariate Fit of MF total pré pastejo By Porc\_reb\_real

##### Fit Mean

Mean	2742,542
Std Dev [RMSE]	575,9054
Std Error	148,6981
SSE	4643339

### Apêndice 3. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo II dessa Dissertação

#### Bivariate Fit of mf em pé pós-pastejo By Porc\_reb\_real

##### Linear Fit

mftotalpos = 1359,9784 - 1341,5431\*Porc\_reb\_real

##### Summary of Fit

RSquare	0,724562
RSquare Adj	0,703374
Root Mean Square Error	188,0795
Mean of Response	702,6362
Observations (or Sum Wgts)	15

##### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	1209698,3	1209698	34,1975
Error	13	459860,7	35374	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	14	1669559,0		<,0001*

##### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	1359,9784	122,4486	11,11	<,0001*
Porc_reb_real	-1341,543	229,4075	-5,85	<,0001*

#### Bivariate Fit of MFfinal total IPerd+empé By Porc\_reb\_real

##### Linear Fit

MFfinalPerd+empé = 1968,4738 - 1164,257\*Porc\_reb\_real

##### Summary of Fit

RSquare	0,573465
RSquare Adj	0,540655
Root Mean Square Error	228,3151
Mean of Response	1398
Observations (or Sum Wgts)	15

##### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	911098,9	911099	17,4782
Error	13	677661,1	52128	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	14	1588760,0		0,0011*

##### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	1968,4738	148,6438	13,24	<,0001*
Porc_reb_real	-1164,257	278,4843	-4,18	0,0011*

### Apêndice 3. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo II dessa Dissertação

#### Bivariate Fit of MF danificada pos pastejo By Porc\_reb\_real

##### Linear Fit

perdastotal = 4,389823 + 615,35087\*Porc\_reb\_real

##### Summary of Fit

RSquare	0,337904
RSquare Adj	0,277714
Root Mean Square Error	207,1339
Mean of Response	307,2721
Observations (or Sum Wgts)	13

##### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	240861,67	240862	5,6139
Error	11	471948,95	42904	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	12	712810,62		0,0372*

##### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	4,389823	140,1481	0,03	0,9756
Porc_reb_real	615,35087	259,7109	2,37	0,0372*

### Apêndice 3. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo II dessa Dissertação

#### Bivariate Fit of MFLâminas ha By Porc\_reb\_real

##### Fit Mean

Mean	1662,172
Std Dev [RMSE]	375,783
Std Error	97,02675
SSE	1976980

#### Bivariate Fit of mf Lâminas pós-pastejo By Porc\_reb\_real Linear Fit

mffolhapos = 694,00379 - 890,3989\*Porc\_reb\_real

##### Summary of Fit

Rsquare	0,891746
RSquare Adj	0,881905
Root Mean Square Error	74,60185
Mean of Response	255,74
Observations (or Sum Wgts)	13

##### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	504302,68	504303	90,6133
Error	11	61219,80	5565	Prob > F
C. Total	12	565522,48		<,0001*

##### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	694,00379	50,47607	13,75	<,0001*
Porc_reb_real	-890,3989	93,53811	-9,52	<,0001*

#### Bivariate Fit of MFColmos pré-pastejo By Porc\_reb\_real

##### Fit Mean

Mean	1080,369
Std Dev [RMSE]	220,9923
Std Error	57,05997
SSE	683726,4

#### Bivariate Fit of MF colmos pós-pastejo By Porc\_reb\_real

##### Polynomial Fit Degree=2

mfcolumpos = 897,83076 - 6,2745695\*Porc\_reb\_real - 0,2617662\*(Porc\_reb\_real-48,15)^2

##### Summary of Fit

Rsquare	0,467091
RSquare Adj	0,370199
Root Mean Square Error	191,3311
Mean of Response	472,8759
Observations (or Sum Wgts)	14

### Apêndice 3. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo II dessa Dissertação

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	2	352949,47	176475	4,8207
Error	11	402683,35	36608	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	13	755632,82		0,0314*

#### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	897,83076	147,0397	6,11	<,0001*
Porc_reb_real	-6,274569	2,390575	-2,62	0,0236*
(Porc_reb_real-48,15)^2	-0,261766	0,127524	-2,05	0,0647

#### Nonlinear –Broken Line Fit Taxa de ingestão

Response: TI\_PV, Predictor: Model L (3P)

#### Control Panel

Converged in Gradient

Criterion	Current	Stop Limit
Iteration	2	60
Obj Change	2,543983e-11	1e-15
Relative Gradient	1,453923e-17	0,000001
Gradient	1,743767e-16	0,000001

#### Parameter Current Value Lock

theta1	0,1625358946
theta2	0,0016195277
SSE	0,0019250264N
	15

Edit Alpha

0,050Convergence Criterion

0,00001Goal SSE for CL

.

### Apêndice 3. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo II dessa Dissertação

#### Solution

SSE	DFE	MSE	RMSE
0,0019250264	13	0,0001481	0,0121688

Parameter	Estimate	ApproxStdErr
theta1	0,1625358946	0,00449555
theta2	0,0016195277	0,00022105

Solved By:  
Analytic Gauss-Newton

#### Plot

Parameter	Estimate	Low	High
theta1	0,1625358946	0,13556	0,18951
theta2	0,0016195277	0,00029	0,00295

#### Summary of Fit

RSquare	0,741947
RSquare Adj	0,722097
Root Mean Square Error	0,014
Mean of Response	0,138979
Observations (or Sum Wgts)	15

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	0,00732557	0,007326	37,3773
Error	13	0,00254787	0,000196	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	14	0,00987344		<,0001*

#### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,1886823	0,008897	21,21	<,0001*
Model L (3P) 2	0,0064478	0,001055	6,11	<,0001*

## Apêndice 4. Output JMP Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Oneway Analysis of Densidade total gm3 By Estrato Trat=30

#### Oneway Anova

##### Summary of Fit

Rsquare	0,97531
Adj Rsquare	0,950619
Root Mean Square Error	34,107
Mean of Response	264,7448
Observations (or Sum Wgts)	7

##### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Estrato	3	137855,06	45951,7	39,5016	0,0065*
Error	3	3489,86	1163,3		
C. Total	6	141344,92			

##### Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
0a10	1	489,869	34,107	381,3	598,41
10a20	2	318,004	24,117	241,3	394,76
20a30	2	298,028	24,117	221,3	374,78
30a40	2	65,640	24,117	-11,1	142,39

Std Error uses a pooled estimate of error variance

##### Means Comparisons

##### Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha				
	4,82567	0,05				
Abs(Dif)-HSD	0a10	10a20	20a30	30a40		
0a10	-232,76	-29,71	-9,74	222,65		
10a20	-29,71	-164,59	-144,61	87,77		
20a30	-9,74	-144,61	-164,59	67,80		
30a40	222,65	87,77	67,80	-164,59		

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level	Mean
0a10 A	489,86928
10a20 A	318,00381
20a30 A	298,02832
30a40 B	65,64006

Levels not connected by same letter are significantly different.

### Oneway Analysis of Densidade total gm3 By Estrato Trat=40

#### Oneway Anova

##### Summary of Fit

Rsquare	0,992257
Adj Rsquare	0,981932
Root Mean Square Error	12,21557
Mean of Response	237,2297
Observations (or Sum Wgts)	8

## Apêndice 4. (continuação) Output JMP Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Estrato	4	57365,523	14341,4	96,1089	0,0017*
Error	3	447,660	149,2		
C. Total	7	57813,183			

### Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
0a10	1	308,131	12,216	269,3	347,01
10a20	2	307,222	8,638	279,7	334,71
20a30	2	252,353	8,638	224,9	279,84
30a40	2	218,363	8,638	190,9	245,85
40a50	1	33,830	12,216	-5,0	72,71

Std Error uses a pooled estimate of error variance

### Means Comparisons

#### Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha					
	5,30446	0,05					
Abs(Dif)-HSD	0a10	10a20	20a30	30a40	40a50		
0a10	-91,64	-78,45	-23,58	10,41	182,66		
10a20	-78,45	-64,80	-9,93	24,06	194,03		
20a30	-23,58	-9,93	-64,80	-30,81	139,16		
30a40	10,41	24,06	-30,81	-64,80	105,17		
40a50	182,66	194,03	139,16	105,17	-91,64		

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level	Mean
0a10 A	308,13072
10a20 A	307,22222
20a30 A B	252,35294
30a40 B	218,36329
40a50 C	33,83020

Levels not connected by same letter are significantly different.

### Oneway Analysis of Densidade total gm3 By Estrato Trat=50

#### Oneway Anova

#### Summary of Fit

Rsquare	0,9735
Adj Rsquare	0,946999
Root Mean Square Error	25,24846
Mean of Response	254,4522
Observations (or Sum Wgts)	11

### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Estrato	5	117090,98	23418,2	36,7353	0,0006*
Error	5	3187,42	637,5		
C. Total	10	120278,40			

#### Apêndice 4. (continuação) Output JMP Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

##### Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
0a10	1	305,529	25,248	240,6	370,43
10a20	2	332,270	17,853	286,4	378,16
20a30	2	311,434	17,853	265,5	357,33
30a40	2	302,854	17,853	257,0	348,75
40a50	2	259,192	17,853	213,3	305,09
50a60	2	40,973	17,853	-4,9	86,87

Std Error uses a pooled estimate of error variance

##### Means Comparisons

##### Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha				
	4,26591	0,05				
Abs(Dif)-HSD	10a20	20a30	0a10	30a40	40a50	50a60
10a20	-107,71	-86,87	-105,17	-78,29	-34,63	
20a30	-86,87	-107,71	-126,01	-99,13	-55,47	
0a10	-105,17	-126,01	-152,32	-129,24	-85,58	
30a40	-78,29	-99,13	-129,24	-107,71	-64,05	
40a50	-34,63	-55,47	-85,58	-64,05	-107,71	
50a60	183,59	162,75	132,64	154,17	110,51	

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level		Mean
10a20	A	332,27015
20a30	A	311,43355
0a10	A	305,52941
30a40	A	302,85403
40a50	A	259,19172
50a60	B	40,97306

Levels not connected by same letter are significantly different.

## Apêndice 4. (continuação) Output JMP Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Oneway Anova Summary of Fit

Rsquare	0,910825
Adj Rsquare	0,777062
Root Mean Square Error	75,47064
Mean of Response	336,8495
Observations (or Sum Wgts)	11

### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Estrato	6	232705,81	38784,3	6,8093	0,0422*
Error	4	22783,27	5695,8		
C. Total	10	255489,07			

### Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
0a10	1	441,062	75,471	231,5	650,60
10a20	2	465,752	53,366	317,6	613,92
20a30	1	376,748	75,471	167,2	586,29
30a40	1	384,592	75,471	175,1	594,13
40a50	2	369,011	53,366	220,8	517,18
50a60	2	379,109	53,366	230,9	527,28
60a70	2	37,599	53,366	-110,6	185,77

Std Error uses a pooled estimate of error variance

### Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha					
	4,98709	0,05					
Abs(Dif)-HSD	10a20	0a10	30a40	50a60	20a30		
10a20	-376,38	-436,28	-379,81	-289,74	-371,96		
0a10	-436,28	-532,28	-475,81	-399,02	-467,97		
30a40	-379,81	-475,81	-532,28	-455,49	-524,44		
50a60	-289,74	-399,02	-455,49	-376,38	-458,61		
20a30	-371,96	-467,97	-524,44	-458,61	-532,28		
40a50	-279,64	-388,92	-445,39	-366,28	-453,23		
60a70	51,77	-57,50	-113,98	-34,87	-121,82		

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level	Mean
10a20 A	465,75163
0a10 A B	441,06209
30a40 A B	384,59150
50a60 A B	379,10948
20a30 A B	376,74837
40a50 A B	369,01144
60a70 B	37,59859

Levels not connected by same letter are significantly different.

## Apêndice 4. (continuação) Output JMP Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Oneway Analysis of Densidade total gm3 By Estrato Trat=70

#### Oneway Anova

#### Summary of Fit

Rsquare	0,971881
Adj Rsquare	0,922672
Root Mean Square Error	46,62338
Mean of Response	353,0911
Observations (or Sum Wgts)	12

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Estrato	7	300521,52	42931,6	19,7501	0,0059*
Error	4	8694,96	2173,7		
C. Total	11	309216,48			

#### Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
0a10	1	589,085	46,623	459,6	718,53
10a20	1	441,454	46,623	312,0	570,90
20a30	1	455,899	46,623	326,5	585,35
30a40	1	436,748	46,623	307,3	566,20
40a50	2	356,242	32,968	264,7	447,77
50a60	2	425,090	32,968	333,6	516,62
60a70	2	345,763	32,968	254,2	437,30
70a80	2	29,859	32,968	-61,7	121,39

Std Error uses a pooled estimate of error variance

#### Means Comparisons

#### Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha					
	5,19477	0,05					
Abs(Dif)-HSD	0a10	20a30	10a20	30a40	50a60		
0a10	-342,52	-209,33	-194,89	-190,18	-132,64		
20a30	-209,33	-342,52	-328,08	-323,37	-265,82		
10a20	-194,89	-328,08	-342,52	-337,81	-280,27		
30a40	-190,18	-323,37	-337,81	-342,52	-284,97		
50a60	-132,64	-265,82	-280,27	-284,97	-242,20		
40a50	-63,79	-196,97	-211,42	-216,12	-173,35		
60a70	-53,31	-186,49	-200,94	-205,64	-162,87		
70a80	262,60	129,41	114,96	110,26	153,03		

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level		Mean
0a10	A	589,08497
20a30	A	455,89869
10a20	A	441,45425
30a40	A	436,74837
50a60	A	425,08987
40a50	A	356,24183
60a70	A	345,76253
70a80	B	29,85936

Levels not connected by same letter are significantly different.

## Apêndice 4. (continuação) Output JMP Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Oneway Analysis of Densidade total gm3 By Estrato Trat=80

#### Oneway Anova

#### Summary of Fit

Rsquare	0,964194
Adj Rsquare	0,906904
Root Mean Square Error	48,24453
Mean of Response	370,5295
Observations (or Sum Wgts)	14

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Estrato	8	313382,35	39172,8	16,8302	0,0032*
Error	5	11637,67	2327,5		
C. Total	13	325020,02			

#### Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
>80	2	23,739	34,114	-64,0	111,43
0a10	1	516,422	48,245	392,4	640,44
10a20	1	474,052	48,245	350,0	598,07
20a30	1	483,856	48,245	359,8	607,87
30a40	1	340,545	48,245	216,5	464,56
40a50	2	449,469	34,114	361,8	537,16
50a60	2	425,139	34,114	337,4	512,83
60a70	2	434,237	34,114	346,5	521,93
70a80	2	353,685	34,114	266,0	441,38

Std Error uses a pooled estimate of error variance

#### Means Comparisons

#### Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha						
	4,80931	0,05						
Abs(Dif)-HSD	0a10	20a30	10a20	40a50	60a70			
0a10	-328,13	-295,56	-285,76	-217,22	-201,99			
20a30	-295,56	-328,13	-318,33	-249,78	-234,55			
10a20	-285,76	-318,33	-328,13	-259,59	-244,35			
40a50	-217,22	-249,78	-259,59	-232,02	-216,79			
60a70	-201,99	-234,55	-244,35	-216,79	-232,02			
50a60	-192,89	-225,45	-235,26	-207,69	-222,92			
70a80	-121,43	-154,00	-163,80	-136,24	-151,47			
30a40	-152,25	-184,82	-194,62	-175,24	-190,48			
>80	208,51	175,95	166,14	193,71	178,47			

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level	Mean	
0a10	A	516,42157
20a30	A	483,85621
10a20	A	474,05229
40a50	A	449,46895
60a70	A	434,23747
50a60	A	425,13889
70a80	A	353,68464
30a40	A	340,54466
>80	B	23,73944

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Oneway Analysis of Densidade\_folha\_gm3 By Estrato Trat=30

#### Oneway Anova Summary of Fit

Rsquare	0,970206
Adj Rsquare	0,940411
Root Mean Square Error	24,98055
Mean of Response	179,7783
Observations (or Sum Wgts)	7

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Estrato	3	60961,103	20320,4	32,5632	0,0087*
Error	3	1872,083	624,0		
C. Total	6	62833,186			

#### Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
0a10	1	109,129	24,981	29,63	188,63
10a20	2	210,991	17,664	154,78	267,21
20a30	2	298,028	17,664	241,81	354,24
30a40	2	65,640	17,664	9,43	121,85

#### Means Comparisons

##### Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha				
	4,82567	0,05	20a30	10a20	0a10	30a40
Abs(Dif)-HSD						
20a30			-120,55	-33,51	41,26	111,84
10a20			-33,51	-120,55	-45,78	24,80
0a10			41,26	-45,78	-170,48	-104,15
30a40			111,84	24,80	-104,15	-120,55

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level	Mean
20a30 A	298,02832
10a20 A B	210,99129
0a10 B C	109,12854
30a40 C	65,64006

Levels not connected by same letter are significantly different.

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Oneway Analysis of Densidade\_folha\_gm3 By Estrato Trat=40

#### Oneway Anova Summary of Fit

Rsquare	0,94738
Adj Rsquare	0,877219
Root Mean Square Error	28,72886
Mean of Response	151,0635
Observations (or Sum Wgts)	8

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Estrato	4	44578,908	11144,7	13,5031	0,0292*
Error	3	2476,042	825,3		
C. Total	7	47054,950			

#### Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
0a10	1	47,869	28,729	-43,6	139,30
10a20	2	124,338	20,314	59,7	188,99
20a30	2	220,703	20,314	156,1	285,35
30a40	2	218,363	20,314	153,7	283,01
40a50	1	33,830	28,729	-57,6	125,26

Std Error uses a pooled estimate of error variance

#### Means Comparisons

##### Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha					
	5,30446	0,05					
Abs(Dif)-HSD	20a30	30a40	10a20	0a10	40a50		
20a30	-152,39	-150,05	-56,03	-13,81	0,23		
30a40	-150,05	-152,39	-58,37	-16,15	-2,11		
10a20	-56,03	-58,37	-152,39	-110,17	-96,13		
0a10	-13,81	-16,15	-110,17	-215,51	-201,47		
40a50	0,23	-2,11	-96,13	-201,47	-215,51		

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level	Mean
20a30 A	220,70261
30a40 A B	218,36329
10a20 A B	124,33824
0a10 A B	47,86928
40a50 B	33,83020

Levels not connected by same letter are significantly different.

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Oneway Analysis of Densidade\_folha\_gm3 By Estrato Trat=50

#### Oneway Anova Summary of Fit

Rsquare	0,968499
Adj Rsquare	0,936999
Root Mean Square Error	22,82727
Mean of Response	142,337
Observations (or Sum Wgts)	11

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Estrato	5	80104,977	16021,0	30,7455	0,0009*
Error	5	2605,422	521,1		
C. Total	10	82710,399			

#### Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
0a10	1	22,941	22,827	-35,7	81,62
10a20	2	102,577	16,141	61,1	144,07
20a30	2	139,076	16,141	97,6	180,57
30a40	2	233,562	16,141	192,1	275,05
40a50	2	255,194	16,141	213,7	296,69
50a60	2	40,973	16,141	-0,5195	82,47

Std Error uses a pooled estimate of error variance

#### Means Comparisons

##### Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha					
	4,26591	0,05					
Abs(Dif)-HSD	40a50	30a40	20a30	10a20	50a60		
40a50	-97,38	-75,75	18,74	55,24	116,84		
30a40	-75,75	-97,38	-2,89	33,61	95,21		
20a30	18,74	-2,89	-97,38	-60,88	0,72		
10a20	55,24	33,61	-60,88	-97,38	-35,77		
50a60	116,84	95,21	0,72	-35,77	-97,38		
0a10	112,99	91,36	-3,13	-39,63	-101,23		

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level		Mean
40a50	A	255,19390
30a40	A B	233,56209
20a30	B C	139,07625
10a20	C D	102,57734
50a60	D	40,97306
0a10	C D	22,94118

Levels not connected by same letter are significantly different.

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Oneway Analysis of Densidade\_folha\_gm3 By Estrato Trat=60

#### Oneway Anova

#### Summary of Fit

Rsquare	0,956297
Adj Rsquare	0,890742
Root Mean Square Error	48,91199
Mean of Response	191,288
Observations (or Sum Wgts)	11

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Estrato	6	209397,24	34899,5	14,5878	0,0108*
Error	4	9569,53	2392,4		
C. Total	10	218966,77			

#### Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
0a10	1	39,069	48,912	-96,7	174,87
10a20	2	88,325	34,586	-7,7	184,35
20a30	1	125,866	48,912	-9,9	261,67
30a40	1	275,294	48,912	139,5	411,10
40a50	2	331,732	34,586	235,7	427,76
50a60	2	374,314	34,586	278,3	470,34
60a70	2	37,599	34,586	-58,4	133,62

Std Error uses a pooled estimate of error variance

#### Means Comparisons

#### Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha					
	4,98709	0,05					
Abs(Dif)-HSD	50a60	40a50	30a40	20a30	10a20	0a10	60a70
50a60	-243,93	-201,35	-199,73	-50,30	42,06		
40a50	-201,35	-243,93	-242,31	-92,88	-0,52		
30a40	-199,73	-242,31	-344,97	-195,54	-111,78		
20a30	-50,30	-92,88	-195,54	-344,97	-261,21		
10a20	42,06	-0,52	-111,78	-261,21	-243,93		
0a10	36,49	-6,09	-108,74	-258,17	-249,49		
60a70	92,79	50,20	-61,05	-210,48	-193,20		

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level	Mean
50a60 A	374,31373
40a50 A B	331,73203
30a40 A B C	275,29412
20a30 A B C	125,86601
10a20 B C	88,32516
0a10 B C	39,06863
60a70 C	37,59859

Levels not connected by same letter are significantly different.

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Oneway Analysis of Densidade\_folha\_gm3 By Estrato Trat=70

#### Oneway Anova

#### Summary of Fit

Rsquare	0,962214
Adj Rsquare	0,896087
Root Mean Square Error	47,73304
Mean of Response	212,4498
Observations (or Sum Wgts)	12

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Estrato	7	232077,69	33154,0	14,5511	0,0106*
Error	4	9113,77	2278,4		
C. Total	11	241191,47			

#### Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
0a10	1	30,343	47,733	-102,2	162,87
10a20	1	95,621	47,733	-36,9	228,15
20a30	1	139,281	47,733	6,8	271,81
30a40	1	197,500	47,733	65,0	330,03
40a50	2	266,544	33,752	172,8	360,26
50a60	2	402,868	33,752	309,2	496,58
60a70	2	344,055	33,752	250,3	437,77
70a80	2	29,859	33,752	-63,9	123,57

Std Error uses a pooled estimate of error variance

#### Means Comparisons

#### Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha					
	5,19477	0,05					
Abs(Dif)-HSD	50a60	60a70	40a50	30a40	20a30		
50a60	-247,96	-189,15	-111,64	-98,32	-40,10		
60a70	-189,15	-247,96	-170,45	-157,14	-98,92		
40a50	-111,64	-170,45	-247,96	-234,65	-176,43		
30a40	-98,32	-157,14	-234,65	-350,67	-292,45		
20a30	-40,10	-98,92	-176,43	-292,45	-350,67		
10a20	3,56	-55,26	-132,77	-248,79	-307,01		
0a10	68,83	10,02	-67,49	-183,51	-241,73		
70a80	125,05	66,23	-11,28	-136,05	-194,27		

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level	Mean
50a60 A	402,86765
60a70 A B	344,05501
40a50 A B C	266,54412
30a40 A B C	197,50000
20a30 A B C	139,28105
10a20 B C	95,62092
0a10 C	30,34314
70a80 C	29,85936

Levels not connected by same letter are significantly different.

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Oneway Analysis of Densidade\_folha\_gm3 By Estrato Trat=80

#### Oneway Anova Summary of Fit

Rsquare	0,992482
Adj Rsquare	0,980454
Root Mean Square Error	18,78082
Mean of Response	218,9928
Observations (or Sum Wgts)	14

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Estrato	8	232832,70	29104,1	82,5134	<,0001*
Error	5	1763,60	352,7		
C. Total	13	234596,30			

#### Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
>80	2	23,739	13,280	-10,4	57,88
0a10	1	46,471	18,781	-1,8	94,75
10a20	1	114,379	18,781	66,1	162,66
20a30	1	112,331	18,781	64,1	160,61
30a40	1	152,244	18,781	104,0	200,52
40a50	2	265,580	13,280	231,4	299,72
50a60	2	324,395	13,280	290,3	358,53
60a70	2	371,786	13,280	337,6	405,92
70a80	2	334,736	13,280	300,6	368,87

Std Error uses a pooled estimate of error variance

#### Means Comparisons

##### Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha					
	4,80931	0,05					
Abs(Dif)-HSD	60a70	70a80	50a60	40a50	30a40		
60a70	-90,32	-53,27	-42,93	15,88	108,92		
70a80	-53,27	-90,32	-79,98	-21,17	71,87		
50a60	-42,93	-79,98	-90,32	-31,51	61,53		
40a50	15,88	-21,17	-31,51	-90,32	2,71		
30a40	108,92	71,87	61,53	2,71	-127,74		
10a20	146,78	109,73	99,39	40,58	-89,87		
20a30	148,83	111,78	101,44	42,63	-87,82		
0a10	214,69	177,64	167,30	108,49	-21,96		
>80	257,72	220,67	210,33	151,52	17,88		

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level		Mean
60a70	A	371,78649
70a80	A B	334,73584
50a60	A B	324,39542
40a50	B	265,58007
30a40	C	152,24401
10a20	C D	114,37908
20a30	C D	112,33115
0a10	C D	46,47059
>80	D	23,73944

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Oneway Analysis of Densidade\_colmo\_gm3 By Estrato Trat=30

#### Oneway Anova

#### Summary of Fit

Rsquare	0,99096
Adj Rsquare	0,981919
Root Mean Square Error	18,88927
Mean of Response	84,96654
Observations (or Sum Wgts)	7

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Estrato	3	117331,68	39110,6	109,6135	0,0015*
Error	3	1070,41	356,8		
C. Total	6	118402,09			

#### Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
0a10	1	380,741	18,889	320,6	440,85
10a20	2	107,013	13,357	64,5	149,52
20a30	2	0,000	13,357	-42,5	42,51
30a40	2	0,000	13,357	-42,5	42,51

Std Error uses a pooled estimate of error variance

#### Means Comparisons

#### Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha				
Abs(Dif)-HSD	0a10	10a20	20a30	30a40		
0a10	-128,91	162,09	269,10	269,10		
10a20	162,09	-91,15	15,86	15,86		
20a30	269,10	15,86	-91,15	-91,15		
30a40	269,10	15,86	-91,15	-91,15		

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level	Mean
0a10	380,74074
10a20	107,01253
20a30	0,00000
30a40	0,00000

Levels not connected by same letter are significantly different.

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Oneway Analysis of Densidade\_colmo\_gm3 By Estrato Trat=40

#### Oneway Anova

#### Summary of Fit

Rsquare	0,986665
Adj Rsquare	0,968886
Root Mean Square Error	18,52296
Mean of Response	85,46364
Observations (or Sum Wgts)	8

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Estrato	4	76160,179	19040,0	55,4941	0,0038*
Error	3	1029,300	343,1		
C. Total	7	77189,479			

#### Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
0a10	1	260,261	18,523	201,3	319,21
10a20	2	180,074	13,098	138,4	221,76
20a30	2	31,650	13,098	-10,0	73,33
30a40	2	0,000	13,098	-41,7	41,68
40a50	1	0,000	18,523	-58,9	58,95

Std Error uses a pooled estimate of error variance

#### Means Comparisons

#### Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha					
	5,30446	0,05					
Abs(Dif)-HSD	0a10	10a20	20a30	30a40	40a50		
0a10	-138,95	-40,15	108,27	139,92	121,31		
10a20	-40,15	-98,25	50,17	81,82	59,74		
20a30	108,27	50,17	-98,25	-66,60	-88,69		
30a40	139,92	81,82	-66,60	-98,25	-120,34		
40a50	121,31	59,74	-88,69	-120,34	-138,95		

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level		Mean
0a10	A	260,26144
10a20	A	180,07353
20a30	B	31,65033
30a40	B	0,00000
40a50	B	0,00000

Levels not connected by same letter are significantly different.

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Oneway Analysis of Densidade\_colmo\_gm3 By Estrato Trat=50

#### Oneway Anova

#### Summary of Fit

Rsquare	0,939108
Adj Rsquare	0,878216
Root Mean Square Error	37,88952
Mean of Response	110,5942
Observations (or Sum Wgts)	11

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Estrato	5	110704,09	22140,8	15,4225	0,0047*
Error	5	7178,08	1435,6		
C. Total	10	117882,17			

#### Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
0a10	1	265,856	37,890	168,5	363,25
10a20	2	229,693	26,792	160,8	298,56
20a30	2	172,357	26,792	103,5	241,23
30a40	2	69,292	26,792	0,42108	138,16
40a50	2	3,998	26,792	-64,9	72,87
50a60	2	0,000	26,792	-68,9	68,87

Std Error uses a pooled estimate of error variance

#### Means Comparisons

#### Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha					
	4,26591	0,05					
Abs(Dif)-HSD	0a10	10a20	20a30	30a40	40a50		
0a10	-228,58	-161,80	-104,46	-1,40	63,90		
10a20	-161,80	-161,63	-104,30	-1,23	64,06		
20a30	-104,46	-104,30	-161,63	-58,57	6,73		
30a40	-1,40	-1,23	-58,57	-161,63	-96,34		
40a50	63,90	64,06	6,73	-96,34	-161,63		
50a60	67,90	68,06	10,72	-92,34	-157,64		

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level		Mean
0a10	A	265,85621
10a20	A	229,69281
20a30	A	172,35730
30a40	A B	69,29194
40a50	B	3,99782
50a60	B	0,00000

Levels not connected by same letter are significantly different.

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Oneway Analysis of Densidade\_colmo\_gm3 By Estrato Trat=60

#### Oneway Anova Summary of Fit

Rsquare	0,972463
Adj Rsquare	0,931157
Root Mean Square Error	44,42051
Mean of Response	143,2279
Observations (or Sum Wgts)	11

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Estrato	6	278729,47	46454,9	23,5432	0,0044*
Error	4	7892,73	1973,2		
C. Total	10	286622,20			

#### Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
0a10	1	387,141	44,421	263,8	510,47
10a20	2	372,018	31,410	284,8	459,23
20a30	1	250,882	44,421	127,6	374,21
30a40	1	109,297	44,421	-14,0	232,63
40a50	2	37,279	31,410	-49,9	124,49
50a60	2	4,796	31,410	-82,4	92,00
60a70	2	0,000	31,410	-87,2	87,21

Std Error uses a pooled estimate of error variance

#### Means Comparisons

##### Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha						
	4,98709	0,05						
Abs(Dif)-HSD	0a10	10a20	20a30	30a40	40a50	50a60	60a70	
0a10	-313,29	-256,19	-177,03	-35,45	78,54			
10a20	-256,19	-221,53	-150,18	-8,60	113,21			
20a30	-177,03	-150,18	-313,29	-171,70	-57,71			
30a40	-35,45	-8,60	-171,70	-313,29	-199,30			
40a50	78,54	113,21	-57,71	-199,30	-221,53			
50a60	111,03	145,69	-25,23	-166,81	-189,05			
60a70	115,82	150,49	-20,43	-162,02	-184,25			

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level		Mean
0a10	A	387,14052
10a20	A	372,01797
20a30	A B	250,88235
30a40	A B	109,29739
40a50	B	37,27941
50a60	B	4,79575
60a70	B	0,00000

Levels not connected by same letter are significantly different.

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Oneway Analysis of Densidade\_colmo\_gm3 By Estrato Trat=70

#### Oneway Anova

##### Summary of Fit

Rsquare	0,997919
Adj Rsquare	0,994278
Root Mean Square Error	13,49921
Mean of Response	138,4818
Observations (or Sum Wgts)	12

##### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Estrato	7	349612,83	49944,7	274,0769	<,0001*
Error	4	728,91	182,2		
C. Total	11	350341,74			

##### Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
0a10	1	537,075	13,499	499,6	574,55
10a20	1	342,320	13,499	304,8	379,80
20a30	1	315,882	13,499	278,4	353,36
30a40	1	239,248	13,499	201,8	276,73
40a50	2	89,698	9,545	63,2	116,20
50a60	2	22,222	9,545	-4,3	48,72
60a70	2	1,708	9,545	-24,8	28,21
70a80	2	0,000	9,545	-26,5	26,50

Std Error uses a pooled estimate of error variance

##### Means Comparisons

##### Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha					
	5,19477	0,05					
Abs(Dif)-HSD	0a10	10a20	20a30	30a40	40a50		
0a10	-99,17	95,58	122,02	198,65	361,49		
10a20	95,58	-99,17	-72,73	3,90	166,74		
20a30	122,02	-72,73	-99,17	-22,54	140,30		
30a40	198,65	3,90	-22,54	-99,17	63,67		
40a50	361,49	166,74	140,30	63,67	-70,13		
50a60	428,97	234,21	207,77	131,14	-2,65		
60a70	449,48	254,73	228,29	151,66	17,86		
70a80	451,19	256,43	230,00	153,36	19,57		

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level		Mean
0a10	A	537,07516
10a20	B	342,32026
20a30	B C	315,88235
30a40	C	239,24837
40a50	D	89,69771
50a60	D E	22,22222
60a70	E	1,70752
70a80	E	0,00000

Levels not connected by same letter are significantly different.

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Oneway Analysis of Densidade\_colmo\_gm3 By Estrato Trat=80

#### Oneway Anova Summary of Fit

Rsquare	0,982437
Adj Rsquare	0,954336
Root Mean Square Error	30,77719
Mean of Response	147,1215
Observations (or Sum Wgts)	14

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Estrato	8	264927,92	33116,0	34,9607	0,0006*
Error	5	4736,18	947,2		
C. Total	13	269664,10			

#### Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
>80	2	0,000	21,763	-55,9	55,94
0a10	1	424,232	30,777	345,1	503,35
10a20	1	343,578	30,777	264,5	422,69
20a30	1	371,525	30,777	292,4	450,64
30a40	1	188,301	30,777	109,2	267,42
40a50	2	183,889	21,763	127,9	239,83
50a60	2	100,743	21,763	44,8	156,69
60a70	2	62,451	21,763	6,5	118,39
70a80	2	18,949	21,763	-37,0	74,89

Std Error uses a pooled estimate of error variance

#### Means Comparisons

##### Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha					
	4,80931	0,05					
Abs(Dif)-HSD	0a10	20a30	10a20	30a40	40a50		
0a10	-209,33	-156,62	-128,67	26,60	59,06		
20a30	-156,62	-209,33	-181,38	-26,10	6,35		
10a20	-128,67	-181,38	-209,33	-54,05	-21,59		
30a40	26,60	-26,10	-54,05	-209,33	-176,87		
40a50	59,06	6,35	-21,59	-176,87	-148,02		
50a60	142,21	89,50	61,55	-93,73	-64,87		
60a70	180,50	127,79	99,84	-55,43	-26,58		
70a80	224,00	171,29	143,35	-11,93	16,92		
>80	242,95	190,24	162,30	7,02	35,87		

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level	Mean
0a10	A 424,23203
20a30	A B 371,52505
10a20	A B C 343,57843
30a40	B C D E 188,30065
40a50	C D 183,88889
50a60	D E F 100,74346
60a70	D E F 62,45098
70a80	E F 18,94880
>80	F 0,00000

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Nonlinear Fit

Response: MB\_PV, Predictor: Model L (3P)

### Control Panel

Converged in Gradient

Criterion	Current	Stop Limit
Iteration	2	60
Obj Change	4,908026e-12	1e-15
Relative Gradient	1,283566e-15	0,000001
Gradient	7,545161e-15	0,000001

Parameter	Current Value	Lock
theta1	4,517116456	
theta2	0,0328825163	
SSE	0,1924839708N	
	12	

Edit Alpha  
0,050Convergence Criterion  
0,00001Goal SSE for CL

### Solution

SSE	DFE	MSE	RMSE
0,1924839708	10	0,0192484	0,1387386

Parameter	Estimate	ApproxStdErr
theta1	4,517116456	0,04763526
theta2	0,0328825163	0,00479057

Solved By:  
Analytic Gauss-Newton

### Plot

Parameter	Estimate	Low	High
theta1	4,517116456	4,2313	4,80293
theta2	0,0328825163	0,00414	0,06163

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Oneway Analysis of MFtotal/estrato/ha By estr

#### Oneway Anova Summary of Fit

Rsquare	0,247894
Adj Rsquare	0,203125
Root Mean Square Error	137,2242
Mean of Response	457,0903
Observations (or Sum Wgts)	90

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
estr	5	521346,9	104269	5,5373	0,0002*
Error	84	1581760,1	18830		
C. Total	89	2103107,0			

#### Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
>50	15	593,906	35,431	523,45	664,36
10a0	15	512,615	35,431	442,16	583,07
20a10	15	449,401	35,431	378,94	519,86
30a20	15	417,416	35,431	346,96	487,87
40a30	15	404,760	35,431	334,30	475,22
50a40	15	364,444	35,431	293,99	434,90

Std Error uses a pooled estimate of error variance

#### Means Comparisons

##### Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha					
	2,91655	0,05					
Abs(Dif)-HSD	>50	10a0	20a10	30a20	40a30	50a40	
>50	-146,14	-64,85	-1,64	30,35	43,01		
10a0	-64,85	-146,14	-82,93	-50,94	-38,29		
20a10	-1,64	-82,93	-146,14	-114,15	-101,50		
30a20	30,35	-50,94	-114,15	-146,14	-133,48		
40a30	43,01	-38,29	-101,50	-133,48	-146,14		
50a40	83,32	2,03	-61,18	-93,17	-105,82		

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level	Mean
>50	A 593,90595
10a0	A B 512,61474
20a10	A B C 449,40123
30a20	B C 417,41576
40a30	B C 404,75999
50a40	C 364,44408

Levels not connected by same letter are significantly different.

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Oneway Analysis of Densidade de folhaskgm3 By estr

#### Oneway Anova Summary of Fit

Rsquare	0,794571
Adj Rsquare	0,782343
Root Mean Square Error	82,34555
Mean of Response	268,4246
Observations (or Sum Wgts)	90

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
estr	5	2203074,7	440615	64,9799	<,0001*
Error	84	569586,3	6781		
C. Total	89	2772661,0			

#### Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
>50	15	542,281	21,262	500,00	584,56
10a0	15	91,147	21,262	48,87	133,43
20a10	15	117,793	21,262	75,51	160,07
30a20	15	184,366	21,262	142,09	226,65
40a30	15	313,459	21,262	271,18	355,74
50a40	15	361,501	21,262	319,22	403,78

Std Error uses a pooled estimate of error variance

#### Means Comparisons

##### Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha					
	2,91655	0,05					
Abs(Dif)-HSD			<b>&gt;50</b>	<b>50a40</b>	<b>40a30</b>	<b>30a20</b>	<b>20a10</b>
>50			-87,70	93,09	141,13	270,22	336,79
50a40			93,09	-87,70	-39,65	89,44	156,01
40a30			141,13	-39,65	-87,70	41,40	107,97
30a20			270,22	89,44	41,40	-87,70	-21,12
20a10			336,79	156,01	107,97	-21,12	-87,70
10a0			363,44	182,66	134,62	5,52	-61,05

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level		Mean
>50	A	542,28147
50a40	B	361,50060
40a30	B	313,45893
30a20	C	184,36613
20a10	C D	117,79333
10a0	D	91,14733

Levels not connected by same letter are significantly different.

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Oneway Analysis of Densidade de colmoskgm3 By estr

#### Oneway Anova Summary of Fit

Rsquare	0,888904
Adj Rsquare	0,882291
Root Mean Square Error	58,95276
Mean of Response	180,0615
Observations (or Sum Wgts)	90

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
estr	5	2335833,1	467167	134,4199	<,0001*
Error	84	291935,9	3475		
C. Total	89	2627769,0			

#### Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
>50	15	0,000	15,222	-30,3	30,27
10a0	15	421,467	15,222	391,2	451,74
20a10	15	331,608	15,222	301,3	361,88
30a20	15	233,050	15,222	202,8	263,32
40a30	15	91,301	15,222	61,0	121,57
50a40	15	2,943	15,222	-27,3	33,21

Std Error uses a pooled estimate of error variance

#### Means Comparisons

##### Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha					
	2,91655	0,05					
Abs(Dif)-HSD	10a0	20a10	30a20	40a30	50a40		
10a0	-62,78	27,08	125,63	267,38	355,74		
20a10	27,08	-62,78	35,78	177,52	265,88		
30a20	125,63	35,78	-62,78	78,97	167,32		
40a30	267,38	177,52	78,97	-62,78	25,57		
50a40	355,74	265,88	167,32	25,57	-62,78		
>50	358,68	268,82	170,27	28,52	-59,84		

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level	Mean	
10a0	421,46733	A
20a10	331,60780	B
30a20	233,04967	C
40a30	91,30107	D
50a40	2,94333	E
>50	0,00000	E

Levels not connected by same letter are significantly different.

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Oneway Analysis of Densidade totalkgm3 By estr

#### Oneway Anova Summary of Fit

Rsquare	0,284836
Adj Rsquare	0,242266
Root Mean Square Error	101,2202
Mean of Response	448,4862
Observations (or Sum Wgts)	90

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
estr	5	342769,8	68554,0	6,6911	<,0001*
Error	84	860624,9	10245,5		
C. Total	89	1203394,7			

#### Means for Oneway Anova

Level	Number	Mean	Std Error	Lower 95%	Upper 95%
>50	15	542,281	26,135	490,31	594,25
10a0	15	512,615	26,135	460,64	564,59
20a10	15	449,401	26,135	397,43	501,37
30a20	15	417,416	26,135	365,44	469,39
40a30	15	404,760	26,135	352,79	456,73
50a40	15	364,444	26,135	312,47	416,42

Std Error uses a pooled estimate of error variance

#### Means Comparisons

##### Comparisons for all pairs using Tukey-Kramer HSD

	q*	Alpha					
	2,91655	0,05					
Abs(Dif)-HSD	>50	10a0	20a10	30a20	40a30	50a40	
>50	-107,80	-78,13	-14,92	17,07	29,72	70,04	
10a0	-78,13	-107,80	-44,58	-12,60	0,06	40,37	
20a10	-14,92	-44,58	-107,80	-75,81	-63,16	-22,84	
30a20	17,07	-12,60	-75,81	-107,80	-95,14	-54,82	
40a30	29,72	0,06	-63,16	-95,14	-107,80	-67,48	
50a40	70,04	40,37	-22,84	-54,82	-67,48		

Positive values show pairs of means that are significantly different.

Level	Mean
>50	A 542,28147
10a0	A B 512,61480
20a10	A B C 449,40127
30a20	B C 417,41580
40a30	C 404,76000
50a40	C 364,44393

Levels not connected by same letter are significantly different.

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Nonlinear Fit

Response: MB\_PV, Predictor: Model L (3P)

### Control Panel

Converged in Gradient

Criterion	Current	Stop Limit
Iteration	2	60
Obj Change	7,949036e-13	1e-15
Relative Gradient	9,3229e-16	0,000001
Gradient	1,573564e-14	0,000001

Parameter	Current Value	Lock
theta1	4,1277702493	
theta2	0,0312371198	
SSE	1,9313849092N	
	15	

Edit Alpha  
0,050  
Convergence Criterion  
0,00001  
Goal SSE for CL  
.

### Solution

SSE	DFE	MSE	RMSE
1,9313849092	13	0,1485681	0,3854453

Parameter	Estimate	ApproxStdErr
theta1	4,1277702493	0,1423987
theta2	0,0312371198	0,00700195

Solved By:  
Analytic Gauss-Newton

Parameter	Estimate	Low	High
theta1	4,1277702493	3,27338	4,98216
theta2	0,0312371198	-0,0108	0,07325

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Nonlinear Fit

Response: TB\_min, Predictor: Model L (3P)

### Control Panel

Converged in Gradient

Warning: 1 missing Y's.

Criterion	Current	Stop Limit
Iteration	2	60
Obj Change	6,236334e-12	1e-15
Relative Gradient	6,007461e-15	0,000001
Gradient	7,238674e-14	0,000001

### Parameter Current Value Lock

theta1	41,582773695
theta2	0,286059475
SSE	
123,84303066N	
14	

Edit Alpha

0,050Convergence Criterion

0,00001Goal SSE for CL

.

### Solution

SSE	DFE	MSE	RMSE
123,84303066	12	10,320253	3,212515

Parameter	Estimate	ApproxStdErr
theta1	41,582773695	1,12639752
theta2	0,286059475	0,08024164

Solved By:

Analytic Gauss-Newton

Parameter	Estimate	Low	High
theta1	41,582773695	34,8244	48,3412
theta2	0,286059475	-0,1954	0,76751

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Nonlinear Fit

Response: Rel\_Movtot\_gMS, Predictor: Model L (3P) 2

### Control Panel

Criterion	Current	Stop Limit
Iteration	2	60
Obj Change	2,942154e-12	1e-15
Relative Gradient	2,945271e-16	0,000001
Gradient	5,966902e-15	0,000001

### Parameter Current Value Lock

theta1	1,246755817
theta2	-0,019612079
SSE	0,3769462387N
	15

Edit Alpha

0,050Convergence Criterion

0,00001Goal SSE for CL

### Solution

SSE	DFE	MSE	RMSE
0,3769462387	13	0,0289959	0,1702817

Parameter	Estimate	ApproxStdErr
theta1	1,246755817	0,06290879
theta2	-0,019612079	0,00309331

Solved By:

Analytic Gauss-Newton

Parameter	Estimate	Low	High
theta1	1,246755817	0,8693	1,62421
theta2	-0,019612079	-0,0382	-0,0011

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Nonlinear Fit

Response: TMovNBoc, Predictor: Model L (3P) 2

### Control Panel

Criterion	Current	Stop Limit
Iteration	2	60
Obj Change	4,452607e-12	1e-15
Relative Gradient	1,419838e-15	0,000001
Gradient	2,018075e-14	0,000001

Parameter	Current Value	Lock
theta1	28,754140292	
theta2	-0,240706125	
SSE	107,52404901N	
	15	

Edit Alpha  
0,050Convergence Criterion  
0,00001Goal SSE for CL

### Solution

SSE	DFE	MSE	RMSE
107,52404901	13	8,2710807	2,8759487

Parameter	Estimate	ApproxStdErr
theta1	28,754140292	1,06248895
theta2	-0,240706125	0,05224409

Solved By:  
Analytic Gauss-Newton

Parameter	Estimate	Low	High
theta1	28,754140292	22,3792	35,1291
theta2	-0,240706125	-0,5542	0,07276

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo III dessa Dissertação

### Bivariate Fit of Den\_colmo By alt real

#### Linear Fit

Den\_colmo = -31,55957 + 1,0129124\*alt real

#### Summary of Fit

RSquare	0,653427
RSquare Adj	0,61877
Root Mean Square Error	13,95347
Mean of Response	24,60937
Observations (or Sum Wgts)	12

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	3670,8601	3670,86	18,8540
Error	10	1946,9944	194,70	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	11	5617,8545		0,0015*

#### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	-31,55957	13,54847	-2,33	0,0421*
alt real	1,0129124	0,233276	4,34	0,0015*

## Apêndice 5. Output JMP Referente aos dados do capítulo IV dessa Dissertação

### Bivariate Fit of pNpast By Alt\_aser\_rebaixada Trat=0,16

#### Fit Mean

Mean	36,72723
Std Dev [RMSE]	15,12248
Std Error	5,040825
SSE	1829,514

### Bivariate Fit of pNpast By Alt\_aser\_rebaixada Trat=0,33

#### Fit Mean

Mean	32,05556
Std Dev [RMSE]	16,62465
Std Error	5,54155
SSE	2211,032

### Bivariate Fit of pNpast By Alt\_aser\_rebaixada Trat=0,5

#### Linear Fit

$pNpast = 0,1905709 + 0,464642 * Alt\_aser\_rebaixada$

#### Summary of Fit

RSquare	0,582533
RSquare Adj	0,512956
Root Mean Square Error	10,8493
Mean of Response	22,53255
Observations (or Sum Wgts)	8

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	985,4930	985,493	8,3724
Error	6	706,2435	117,707	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	7	1691,7365		0,0276*

#### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,1905709	8,62169	0,02	0,9831
Alt_aser_rebaixada	0,464642	0,160581	2,89	0,0276*

### Bivariate Fit of pNpast By Alt\_aser\_rebaixada Trat=0,66

#### Linear Fit

$pNpast = 6,373973 + 0,2485216 * Alt\_aser\_rebaixada$

#### Summary of Fit

RSquare	0,824325
RSquare Adj	0,799229
Root Mean Square Error	3,743911
Mean of Response	17,24283
Observations (or Sum Wgts)	9

## Apêndice 5. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo IV dessa Dissertação

### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	460,40354	460,404	32,8464
Error	7	98,11807	14,017	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	8	558,52162		0,0007*

### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	6,373973	2,270227	2,81	0,0262*
Alt_aser_rebaixada	0,2485216	0,043363	5,73	0,0007*

### Bivariate Fit of pNpast By Alt\_aser\_rebaixada Trat=0,83

#### Linear Fit

pNpast = -0,957932 + 0,4426198\*Alt\_aser\_rebaixada

#### Summary of Fit

RSquare	0,573439
RSquare Adj	0,512501
Root Mean Square Error	12,26124
Mean of Response	18,49665
Observations (or Sum Wgts)	9

### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	1414,7267	1414,73	9,4103
Error	7	1052,3667	150,34	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	8	2467,0934		0,0181*

### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	-0,957932	7,544805	-0,13	0,9025
Alt_aser_rebaixada	0,4426198	0,144288	3,07	0,0181*

### Bivariate Fit of pColmo By Alt\_aser\_rebaixada Trat=0,16

#### Fit Mean

Mean	10,8359
Std Dev [RMSE]	13,30172
Std Error	4,433908
SSE	1415,487

## Apêndice 5. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo IV dessa Dissertação

### Bivariate Fit of pColmo By Alt\_aser\_rebaixada Trat=0,33

#### Linear Fit

pColmo = 18,935919 - 0,1579207\*Alt\_aser\_rebaixada

#### Summary of Fit

RSquare	0,695364
RSquare Adj	0,651844
Root Mean Square Error	3,741103
Mean of Response	11,62046
Observations (or Sum Wgts)	9

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	223,62871	223,629	15,9782
Error	7	97,97098	13,996	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	8	321,59969		0,0052*

#### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	18,935919	2,214589	8,55	<,0001*
Alt_aser_rebaixada	-0,157921	0,039507	-4,00	0,0052*

## Apêndice 5. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo IV dessa Dissertação

### Bivariate Fit of pColmo By Alt\_aser\_rebaixada Trat=0,5

#### Fit Mean

Mean	16,34416
Std Dev [RMSE]	11,25125
Std Error	3,977919
SSE	886,135

### Bivariate Fit of pColmo By Alt\_aser\_rebaixada Trat=0,66

#### Linear Fit

pColmo = 50,243493 - 0,4454217\*Alt\_aser\_rebaixada

#### Summary of Fit

RSquare	0,705549
RSquare Adj	0,663485
Root Mean Square Error	9,390095
Mean of Response	30,76339
Observations (or Sum Wgts)	9

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	1478,9483	1478,95	16,7731
Error	7	617,2171	88,17	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	8	2096,1654		0,0046*

#### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	50,243493	5,693953	8,82	<,0001*
Alt_aser_rebaixada	-0,445422	0,108759	-4,10	0,0046*

### Bivariate Fit of pColmo By Alt\_aser\_rebaixada Trat=0,83

#### Linear Fit

pColmo = 68,727083 - 0,6196485\*Alt\_aser\_rebaixada

#### Summary of Fit

RSquare	0,766561
RSquare Adj	0,733213
Root Mean Square Error	10,98284
Mean of Response	41,49151
Observations (or Sum Wgts)	9

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	2772,6923	2772,69	22,9865
Error	7	844,3594	120,62	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	8	3617,0517		0,0020*

#### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	68,727083	6,758155	10,17	<,0001*
Alt_aser_rebaixada	-0,619649	0,129244	-4,79	0,0020*

## Apêndice 5. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo IV dessa Dissertação

### Nonlinear Fit

Response: %folhaPos, Predictor: Model L (3P)

### Control Panel

Converged in Gradient

Criterion	Current	Stop Limit
Iteration	2	60
Obj Change	4,373718e-12	1e-15
Relative Gradient	5,302788e-15	0,000001
Gradient	8,808055e-14	0,000001

Parameter	Current Value	Lock
theta1	51,874322879	
theta2	0,329672594	
SSE	1445,9689258N	
	15	

Edit Alpha  
0,050Convergence Criterion  
0,00001Goal SSE for CL  
.

### Solution

SSE	DFE	MSE	RMSE
1445,9689258	13	111,22838	10,546487

Parameter	Estimate	ApproxStdErr
theta1	51,874322879	3,8962884
theta2	0,329672594	0,09579302

Solved By:  
Analytic Gauss-Newton

### Plot

Parameter	Estimate	Low	High
theta1	51,874322879	28,4966	75,2521
theta2	0,329672594	-0,2451	0,90443

## Apêndice 4. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo IV dessa Dissertação

### Nonlinear Fit

Response: %colmotot, Predictor: Model L (3P)

### Control Panel

Converged in Gradient

Criterion	Current	Stop Limit
Iteration	2	60
Obj Change	1,488238e-11	1e-15
Relative Gradient	5,656562e-15	0,000001
Gradient	2,054849e-13	0,000001

Parameter	Current Value	Lock
theta1	48,125677121	
theta2	-0,329672594	
SSE	1445,9689258N	
	15	

Edit Alpha

0,050Convergence Criterion

0,00001Goal SSE for CL

.

### Solution

SSE	DFE	MSE	RMSE
1445,9689258	13	111,22838	10,546487

Parameter	Estimate	ApproxStdErr
theta1	48,125677121	3,8962884
theta2	-0,329672594	0,09579302

Solved By:

Analytic Gauss-Newton

### Plot

Parameter	Estimate	Low	High
theta1	48,125677121	24,7479	71,5034
theta2	-0,329672594	-0,9044	0,24509

## Apêndice 5. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo IV dessa Dissertação

### Bivariate Fit of TI\_PV By pNpast

#### Transformed Fit Square to Log

Square(TI\_PV) = 0,005803 + 0,0054699\*Log(pNpast)

#### Summary of Fit

RSquare	0,614031
RSquare Adj	0,584341
Root Mean Square Error	0,004695
Mean of Response	0,019973
Observations (or Sum Wgts)	15

#### Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	0,00045584	0,000456	20,6814
Error	13	0,00028653	0,000022	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	14	0,00074237		0,0005*

#### Parameter Estimates

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob> t
Intercept	0,005803	0,003343	1,74	0,1063
Log(pNpast)	0,0054699	0,001203	4,55	0,0005*

#### Fit Measured on Original Scale

Sum of Squared Error	0,0043305
Root Mean Square Error	0,0182514
RSquare	0,5614001
Sum of Residuals	-0,011964

## Apêndice 5. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo IV dessa Dissertação

### Nonlinear Fit

Response: Illius e Gordon 1987, Predictor: Model L (3P)

### Control Panel

Converged in Gradient

Warning: 3 missing Y's.

Criterion	Current	Stop Limit
Iteration	2	60
Obj Change	2,150509e-11	1e-15
Relative Gradient	2,862494e-16	0,000001
Gradient	4,493783e-15	0,000001

Parameter	Current Value	Lock
theta1	0,8808510903	
theta2	0,015804159	
SSE	0,1388079201N	
	12	

Edit Alpha  
0,050Convergence Criterion  
0,00001Goal SSE for CL

### Solution

SSE	DFE	MSE	RMSE
0,1388079201	10	0,0138808	0,1178168

Parameter	Estimate	ApproxStdErr
theta1	0,8808510903	0,04586969
theta2	0,015804159	0,00278231

Solved By:  
Analytic Gauss-Newton

### Plot

Parameter	Estimate	Low	High
theta1	0,8808510903	0,60563	1,15607
theta2	0,015804159	-0,0009	0,0325

## Apêndice 5. Output JMP (continuação) Referente aos dados do capítulo IV dessa Dissertação

### Nonlinear Fit

Response: Laca et al., 1992, Predictor: Model L (3P)

### Control Panel

Converged in Gradient

Warning: 1 missing Y's.

Criterion	Current	Stop Limit
Iteration	2	60
Obj Change	3,530963e-13	1e-15
Relative Gradient	2,094439e-16	0,000001
Gradient	3,802181e-15	0,000001

Parameter	Current Value	Lock
theta1	0,7542356268	
theta2	0,0434175341	
SSE	0,994085701	N
	14	

Edit Alpha  
0,050  
Convergence Criterion  
0,00001  
Goal SSE for CL

### Solution

SSE	DFE	MSE	RMSE
0,994085701	12	0,0828405	0,2878202

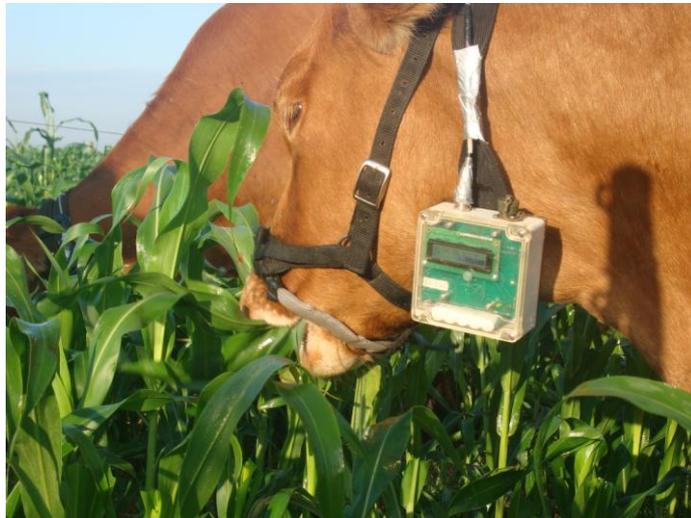
Parameter	Estimate	ApproxStdErr
theta1	0,7542356268	0,1070154
theta2	0,0434175341	0,00572188

Solved By:  
Analytic Gauss-Newton

### Plot

Parameter	Estimate	Low	High
theta1	0,7542356268	0,11214	1,39633
theta2	0,0434175341	0,00909	0,07775

**Apêndice 6. Animais durante a avaliação portando os equipamentos utilizados no experimento**



## 8.VITA

Lidiane Fonseca é filha de Garibaldi Fonseca e Lidia V. Fonseca, nasceu em 13 de março de 1986 no município de Verê, Paraná. Coursou o ensino fundamental na escola municipal 28 de novembro e ensino médio no Colégio Estadual de Dois Vizinhos, na cidade de Dois Vizinhos PR, sendo o segundo grau finalizado no ano de 2003.

Em 2004 ingressou no Curso de graduação em Agronomia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Durante o curso de graduação, desenvolveu estágio extracurricular na área de Forragicultura de 2005 a 2008, quando foi bolsista PET (Programa de Educação Tutorial). Concluiu a Faculdade de Agronomia em dezembro de 2008. Em 2009 ingressou no curso de Mestrado junto ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), na área de concentração Plantas Forrageiras, com bolsa pelo CNPq