

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

**COMPORTAMENTO E CONSUMO DE FORRAGEM DE BOVINOS DE
CORTE EM PASTAGEM NATURAL COMPLEXA**

JÚLIO KUHN DA TRINDADE
Engenheiro Agrônomo/UFRGS
Mestre em Agronomia/ESALQ/USP

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de Doutor em
Zootecnia
Área de Concentração Plantas Forrageiras

Porto Alegre - RS, Brasil
Fevereiro de 2011

FOLHA DE HOMOLOGAÇÃO

OFEREÇO

Ao meu pai *Carlos Augusto da Trindade* e *Elaine Bernadete Adoryan da Trindade*, exemplos de integridade e esforço.

À minha mãe *Iracema Kuhn*, pelo apoio nos momentos difíceis da minha vida.

Ao meu irmão *Roberto Augusto Kuhn da Trindade*, pelo incentivo e apoio.

“A instrução é um esforço admirável. Mas as coisas mais importantes da vida não se aprendem, encontram-se.”

Oscar Wilde

DEDICO

Às mulheres de minha vida,

Juliana Xavier dos Santos da Trindade e *Pietra Xavier da Trindade* que são exemplos de amor, carinho, compreensão, serenidade e sabedoria.

E, claro, à Petit!!

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) pela oportunidade, concessão de bolsa de estudos CAPES e formação adquirida.

Ao Professor Paulo César de Faccio Carvalho que, além de competente orientador e profissional, sempre esteve presente depositando confiança e entusiasmo; e por continuar me acompanhando no caminho da ciência, desde o momento em que essa despertou a minha curiosidade.

Ao Professor Carlos Nabinger pelos valiosos ensinamentos e solicitude em todos os momentos durante o curso.

Ao Programa de Cooperação Internacional Centros Associados da Pós-Graduação Brasil-Argentina (CAPES/SPU, processo n° 032/07) que proporcionou a realização de estágios de doutorado no exterior.

Ao Professor Horacio Gonda da Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires - Facultad de Ciencias Veterinaria (Tandil, AR) pelo acolhimento no estágio e sou grato aos ensinamentos e experiência científica e pessoal oportunizada com seu grupo de trabalho em Tandil, Argentina. Em especial, agradeço aos amigos e colegas argentinos Federico Sánchez Chopa e Laura Beatriz Nadin pela grande amizade, aprendizado e gentilezas durante meus estágios em Tandil.

À Pesquisadora Teresa Cristina Moraes Genro da EMBRAPA Pecuária Sul pela oportunidade concedida e confiança depositada para executar parte do projeto intitulado “Valoração da diversidade florística e manejo sustentável do Bioma Pampa: interações planta-animal e suas repercussões na produção animal”.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa em Ecologia do Pastejo pela amizade, apoio na condução do experimento, trabalhos desenvolvidos e discussões científicas. Em especial, aos colegas de doutorado Cassiano Eduardo Pinto e Fabio Pereira Neves pelos importantes esforços e convívio na condução do experimento. Também agradeço aos alunos de graduação em Agronomia/UFRGS, bolsistas de iniciação científica, que participaram incansavelmente de todo o experimento: Luiz Henrique Correia, Marcelo Tischler, Marcos Araujo Barbosa, Paulo Vieira e Vinícius Dutra; sem os quais seria impossível realizar a gama de avaliações de campo que contemplou o experimento. À “Tropilha Pé-na-Cova” que, durante o carnaval do “Bloco do Pélete Doidão”, não nos deixou na mão...

À Direção e funcionários da Estação Experimental Agrônômica da UFRGS que se mostraram prestativos e apoiaram as atividades previstas para a realização do experimento.

Aos amigos atletas do futebol de toda quinta-feira, pela descontração e alegres churrascos.

COMPORTAMENTO E CONSUMO DE FORRAGEM DE BOVINOS DE CORTE EM PASTAGEM NATURAL COMPLEXA¹

Autor: Júlio Kuhn da Trindade

Orientador: Paulo César de Faccio Carvalho

Resumo

O trabalho foi conduzido na EEA-UFRGS, em Eldorado do Sul/RS, entre jan/2009 e fev/2010 com o objetivo de avaliar as relações entre comportamento ingestivo, consumo de forragem, oferta diária de forragem e as variáveis da estrutura do pasto a fim de definir ambientes adequados ao pastejo em pastagem natural complexa. Para avaliar o tempo diário das atividades de novilhas de corte, verificou-se o potencial de um método acústico, enquanto que para avaliar o consumo de matéria seca utilizou-se a técnica dos alcanos, a partir da teoria do duplo alcano. Foi utilizado um delineamento experimental de blocos completos casualizados com duas repetições. Os tratamentos consistiram dos seguintes níveis de oferta diária de forragem aplicados desde 1986: 4, 8, 12 e 16 kg de MS/100 kg de PV, ou % PV. Foram utilizadas novilhas mestiças com 15 meses de idade e $152 \pm 4,0$ kg, alocadas na área em Nov/2008. As variáveis utilizadas para descrever a estrutura dos pastos foram: massa de forragem, altura do pasto e frequência de touceiras. As variáveis de comportamento ingestivo consideradas foram: tempo de pastejo, deslocamento e taxa de deslocamento diário em pastejo. Já as variáveis de consumo estudadas foram: consumo e taxa de consumo diário de forragem e de nutrientes. Os resultados apontaram que o manejo da oferta de forragem, mesmo modificando a abundância de forragem e determinando ambientes alimentares contrastantes, não permite controle estrito, tampouco predição, da estrutura do pasto, principalmente nos níveis moderados e altos de oferta de forragem (e.g., 12 e 16% PV). As relações demonstram que elevados níveis de consumo diário estão associados com o aumento na abundância de forragem e com a estrutura do pasto. Ofertas de forragem muito baixas ou altas podem comprometer a taxa de consumo de nutrientes. Elevado tempo de pastejo diário esteve associado com elevados deslocamentos, o que pode gerar maiores gastos energéticos. Os menores valores de tempo de pastejo diário estiveram associados às estruturas de pasto que apresentaram massa de forragem entre 1400-2200 kg de MS/ha e altura do pasto entre 8-13 cm, sendo que a ocorrência de touceiras não ultrapassou 35%. Já as condições de pasto que promoveram maiores consumo diário e elevada taxa de consumo foram observadas quando a oferta de forragem esteve em torno de 11% PV, situação em que a massa de forragem situava-se em 1800 kg de MS/ha, a altura do pasto encontrava-se em 11,9 cm e a presença de touceiras era de 30%. Dentro dessas amplitudes também se configurou elevado consumo de nutrientes, indicando que tais parâmetros caracterizam um ambiente pastoril desejável tanto do ponto de vista de bem-estar quanto em nível de produção animal. Palavras-chave: Bioma Pampa, bioacústica, alcanos, estrutura do pasto, taxa de consumo

¹ Tese de Doutorado em Zootecnia - Plantas Forrageiras, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (193 p.), Fevereiro, 2010.

INGESTIVE BEHAVIOUR AND DAILY FORAGE INTAKE BY BEEF CATTLE GRAZING ON NATURAL GRASSLAND COMPLEX¹

Author: Júlio Kuhn da Trindade

Adviser: Paulo César de Faccio Carvalho

Abstract

The experiment was carried out at the Research Station of the Federal University of Rio Grande do Sul, Brazil, from Jan/2009 to Feb/2010, in order to assess the relationship of ingestive behaviour and forage intake with the daily herbage allowance and variables of sward structure aiming to define suitable environments to grazing on complex natural grassland. The usefulness for an acoustic method to assess the time of daily activities was studied, while for assessing dry matter intake the technique of alkanes from the theory of the double alkane was performed. A completely randomized block design with two replicates (paddocks) was used. The treatments were levels of daily herbage allowance applied since 1986: 4, 8, 12 and 16 kg DM/100 kg BW, or BW %. The experimental animals were crossbred heifers with 15 months of age and 152±4.0 kg that entered in the experimental area in Nov/2008. The variables used to describe the sward structure were: herbage mass, sward height and the frequency of tussocks. The variables of ingestive behaviour measured and used were: grazing time, displacement and daily displacement rate at grazing. The variables of daily intake studied were: the amount and rate of daily forage intake and nutrients. The results showed that the management of herbage allowance, even changing the abundance of forage and determining contrasting environments, does not allow for a strict control and prediction of sward structure, mainly for levels moderate to high of allowance. The relationships presented demonstrate that high levels of daily intake are associated with an increase in the abundance of forage and sward structure. Herbage allowance excessively low or high may provide lower intake rates of nutrients. High daily grazing time was associated with higher displacements, which can generate higher energy costs. The lowest values of daily grazing time was associated with structures that contained herbage mass between 1400-2200 kg DM/ha and sward height between 8-13 cm, whereas tussocks levels did not exceed 35%. The sward conditions that promoted high daily intake and high intake rate was observed when herbage allowance was around 11% BW, herbage mass was 1800 kg DM/ha, the sward height was 11,9 cm and the occurrence of tussocks of 30%. Within these ranges it has also become a high intake of nutrients indicating those parameters can characterize a suitable grazing environment both for animal welfare as well as for animal production aspects.

Keywords: Pampa Biome, bioacoustics, alkanes, sward structure, intake rate.

¹ Doctoral thesis in Forage Science - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (193 p.). February, 2010.

SUMÁRIO

1. CAPÍTULO I.....	1
1.1 Introdução.....	2
1.2 Hipótese de Estudo.....	6
1.3 Objetivos.....	7
1.3.1 Objetivos Gerais	7
1.3.2 Objetivos Específicos.....	7
1.4 Revisão Bibliográfica	9
1.4.1 O Bioma Pampa	9
1.4.2 Oferta de forragem e manejo do pastejo: avanços e considerações	11
1.4.3 Estrutura do pasto e o comportamento ingestivo	14
1.4.4 Bioacústica de ruminantes em pastejo.....	23
1.4.5 Metodologia dos alcanos para estimar o consumo.....	25
2. CAPÍTULO II.....	28
Potencial de um Método Acústico para Quantificar as Atividades de Bovinos em Pastejo	28
Resumo.....	29
Termos de indexação.....	29
Abstract.....	29
Index terms	29
Agradecimentos	35
Referências.....	35
3. CAPÍTULO III.....	36
Oferta de forragem como meta de manejo do pastejo: implicações da estrutura do pasto sobre o tempo de pastejo e a procura por forragem..	36
Resumo.....	37
Palavras-chave	38
1. Introdução	38
2. Métodos	41
2.1. Local, tratamentos e delineamento.....	41
2.2. Animais e período experimental.....	43
2.3. Avaliações da estrutura do pasto e cálculo da OF.....	44
2.4. Tempo de pastejo e deslocamento em pastejo	45
2.5. Procura por forragem	46
2.6. Análise dos dados.....	47
3. Resultados	48
3.1. Estrutura dos pastos e variáveis animais em relação à oferta de forragem	48
3.2. Modelo de procura por forragem	50
3.3. Análise tridimensional: configuração estrutural do pasto e o tempo de pastejo ..	52
4. Discussão	54
4.1. Estrutura dos pastos e variáveis animais em relação à OF	54
4.2. Modelo de procura por forragem	56
4.3. Análise tridimensional: configuração estrutural do pasto e o tempo de pastejo ..	60
5. Implicações	65
6. Agradecimentos	67
7. Literatura citada	67
4. CAPÍTULO IV	74

Uso de alcanos para estimar consumo de matéria seca por novilhas de corte mantidas em pastagem natural.....	74
Resumo.....	75
Palavras-chave:	75
1. Introdução.....	76
2. Material e métodos.....	78
2.1 Local e tratamentos.....	78
2.2 Delineamento, período experimental e animais.....	79
2.3 Descrição da composição florística	79
2.4 Descrições das características estruturais dos pastos e do calculo de OF.....	80
2.5 Dosificação de alcano C ₃₂ e coleta de fezes e forragem	82
2.6 Análises dos alcanos e cromatografia gasosa (CG)	84
2.7 Cálculos de consumo de matéria seca.....	85
2.8 Análises estatísticas.....	86
3. Resultados.....	87
3.1 Perfil de alcanos na forragem e fezes	87
3.2 Excreção fecal do alcano C ₃₂	92
3.3 Consumo de matéria seca: efeitos da correção e oferta de forragem.....	94
4. Discussão	95
4.1 Perfil de alcanos na forragem e nas fezes.....	95
4.2 Excreção fecal do alcano C ₃₂	100
4.3 Consumo de matéria seca: efeitos da correção e oferta de forragem.....	102
5. Conclusões	103
6. Agradecimentos	104
7. Referências.....	104
5. CAPÍTULO V	108
Consumo diário de forragem por bovinos em pastagem natural: resposta à oferta de forragem e estrutura do pasto	108
RESUMO	109
Palavras-chave	110
1. Introdução.....	110
2. Métodos	112
2.1 Local e delineamento experimental.....	112
2.2 Animais e período experimental.....	113
2.3 Estrutura dos pastos	113
2.4 Dosificação de alcano C ₃₂ e coleta de fezes e de forragem.....	114
2.5 Análises laboratoriais	115
2.6 Tempo de pastejo	117
2.7 Cálculos	117
2.8 Análises estatísticas.....	118
3. Resultados	119
4. Discussão	124
5. Implicações.....	130
6. Agradecimentos	131
7. Literatura citada	131
6. CAPÍTULO VI	136
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	136
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	144

8. APÊNDICES.....	157
9. VITA.....	193

RELAÇÃO DE TABELAS

2. CAPÍTULO II.....	28
1 - Comparação e análise do coeficiente angular da regressão entre os valores obtidos (n = 5) pelos métodos visuais e acústicos na estimativa do tempo (min) das diferentes atividades registradas por novilhas de corte em pastagem natural.....	34
3. CAPÍTULO III.....	36
1 - Oferta de forragem real e características estruturais dos pastos manejados com níveis de OF (% PV) em pastagem natural do Bioma Pampa.....	49
2 - Variáveis do comportamento de novilhas de corte em pastagem natural do Bioma Pampa manejada com níveis de oferta de forragem (% PV).....	50
4. CAPÍTULO IV.....	74
1 - Composição florística do estrato efetivamente pastejado da área experimental na primavera de 2009, de acordo com os tratamentos de oferta de forragem (OF) preconizados (médias de duas UEs por tratamento). O número total de espécies em todos os tratamentos está em parênteses (Pinto et al., dados não publicados).....	80
2 - Oferta de forragem real, características da estrutura dos pastos, teor de proteína bruta e digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca em uma pastagem natural manejada com níveis de oferta de forragem (% PV).....	84
3 - Concentração de alcanos (mg/kg de MS) em amostras de forragem coletadas em pastagem natural manejada com níveis de oferta de forragem (% PV).....	88
4 - Concentração de alcanos (mg/kg de MS) nas fezes de novilhas de corte mantidas em pastagem natural manejada com níveis de oferta de forragem (% PV).....	89
5 - Média e intervalo de confiança de 95% dos parâmetros do modelo não linear $Y(x) = \phi_1 + (\phi_2 - \phi_1) \exp[-\exp(\phi_3)x]$ que descrevem a evolução diária da excreção fecal de C_{32} (mg/kg de MS) em cada nível de oferta de forragem.....	93
6 - Valores de probabilidade (valor P) para o efeito dos fatores correção pela taxa de recuperação fecal dos alcanos (C), oferta de forragem (OF) e da interação (C*OF) sobre o consumo diário de MS por novilhas de corte estimados com os pares de alcanos $C_{31:32}$ e $C_{32:33}$ em pastagem natural.....	94
7 - Consumo diário de MS (% PV) por novilhas de corte, estimado com os pares de alcanos $C_{31:32}$ e $C_{32:33}$, sem (SC) e com (CC) correção pela taxa de recuperação fecal e análise de regressão com os níveis de oferta de forragem em pastagem natural.....	95
5. CAPÍTULO V.....	108
1 - Características estruturais médias dos pastos e composição química médias da forragem colhida por simulação de pastejo em pastagem natural manejada sob níveis de oferta de forragem.....	120

2 - Análise de regressão entre as variáveis oferta de forragem real (% PV), massa de forragem ($\text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$), altura do pasto (cm) e frequência de touceiras (%) com as variáveis resposta tempo de pastejo (min), consumo (% PV) e taxa de consumo ($\text{mg}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kgPV}^{-1}$) de MS, proteína bruta e nutrientes digestíveis totais por novilhas de corte em pastagem natural.....**122**

RELAÇÃO DE FIGURAS

2. CAPÍTULO II.....	28
1 - Novilha equipada com buçal que ajusta o microfone à frente conectado ao gravador digital (a). Fragmento de registro acústico de pastejo (b) e ruminação (c) de novilhas em pastagem natural, analisados no software Sound Forge® v.9. Os fragmentos estão na escala 1:512 e cada um dos picos observados representam, em tese, os movimentos mandibulares executados durante o pastejo e ruminação, respectivamente.....	32
3. CAPÍTULO III.....	36
1 - Dados meteorológicos durante o período experimental: (a) Temperatura (°C) média (MÉDIA), máxima (MAX) e mínima (MIN); (b) precipitação total mensal (mm, barras) e radiação solar global (Cal/cm ² •dia, linha). Fonte: Estação agrometeorológica da EEA/UFRGS.....	44
2 - Modelo conceitual da procura por forragem de animais em pastejo, em função de características da estrutura do pasto.....	47
3 - Regressões da massa de forragem (kgMS•ha ⁻¹) e frequência de touceiras (%) com o tempo de pastejo diário (min•dia ⁻¹) de novilhas de corte em pastagem natural do Bioma Pampa manejada com níveis de oferta de forragem (% PV). a) e b) Primavera 2009, c) Verão 2010. Legenda dos pontos corresponde aos tratamentos: 4% PV = ● (bloco 1), ○ (b2); 8% PV = ■ (b1), □ (b2); 12% PV = ▲ (b1), △ (b2); 16% PV = ◆ (b1), ◇ (b2).....	51
4 - Análises de regressões das variáveis taxa de deslocamento diário (m•min ⁻¹) e tempo de pastejo diário (min) com o deslocamento diário (m) de novilhas de corte em pastagem natural do Bioma Pampa manejada com níveis de oferta de forragem (% PV). a) e b) Primavera 2009; c) e d) Verão 2010. Legenda dos pontos dos pontos corresponde aos tratamentos: 4% PV = ● (bloco 1), ○ (b2); 8% PV = ■ (b1), □ (b2); 12% PV = ▲ (b1), △ (b2); 16% PV = ◆ (b1), ◇ (b2).....	52
5 - Relações tridimensionais entre a massa de forragem (MF, kgMS•ha ⁻¹), altura do pasto (ALT, cm) e frequência de touceiras (%) e entre MF, ALT e tempo de pastejo diário (min) de novilhas em pastagem natural do Bioma Pampa manejada com níveis de oferta de forragem (% PV). a) e b) Verão 2009, c) e d) Primavera 2009, e) e f) Verão 2010. Legenda dos pontos corresponde aos tratamentos: 4% PV = ● (bloco 1), ○ (b2); 8% PV = ■ (b1), □ (b2); 12% PV = ▲ (b1), △ (b2); 16% PV = ◆ (b1), ◇ (b2).....	53
4. CAPÍTULO IV.....	74
1 - Razão entre as concentrações dos alcanos determinadas nas fezes de novilhas de corte e na forragem analisados para uma pastagem natural manejada com níveis de oferta de forragem (% PV). As barras representam o erro padrão da média dos valores de cada tratamento O alcano C ₃₂ não consta, pois este foi administrado aos animais e o C ₃₄ porque foi utilizado como padrão interno.....	90

2 - Análise de componentes principais para as concentrações de alcanos determinadas na forragem (A; B) e nas fezes (C; D) de novilhas de corte avaliadas no verão (A; C) e primavera (B; D) em uma pastagem natural. Oferta de forragem: ● = 4% PV, ■ = 8% PV, ▲ = 12% PV, ◆ = 16% PV. Valores de correlação (r) dos componentes principais com as concentrações dos alcanos C₂₈, C₂₉, C₃₀, C₃₁, C₃₂, C₃₃ e C₃₅ determinadas na forragem, respectivamente: A - componente 1 0,80; 0,81; 0,92; 0,90; 0,90; -0,74 e componente 2 -0,56; -0,54; 0,34; 0,36; 0,41; 0,37; -0,15. B - componente 1 0,84; 0,60; 0,96; 0,93; 0,88; -0,40; -0,61 e componente 2 0,50; 0,76; 0,22; 0,34; -0,38; 0,71; 0,60. Valores de correlação (r) dos componentes principais com as concentrações dos alcanos C₂₉, C₃₀, C₃₁, C₃₃ e C₃₅ determinadas nas fezes, respectivamente: C - componente 1 0,65; 0,95; 0,96; 0,05; -0,68 e componente 2 0,40; -0,01; 0,20; 0,96; 0,72. D - componente 1 0,87; 0,96; 0,86; -0,98; -0,98 e componente 2 0,43; 0,10; -0,46; -0,03; 0,10.....**92**

3 - Evolução diária na concentração do dosado C₃₂ em amostras de fezes coletadas *per rectum* em novilhas mantidas em uma pastagem natural sob níveis de oferta de forragem (% PV). Blocos: ● = 1, ○ = 2. e.p.m do modelo = 5.804.....**93**

5. CAPÍTULO V.....108

1 - Análise de componentes principais (PCA) para variáveis da estrutura do pasto e oferta de forragem real. OFR = oferta de forragem real (% PV), MF = massa de forragem (kgMS/ha), ALT = altura do pasto (cm) e TOUC = ocorrência de touceiras (%). Os valores de correlação entre OFR, MF, ALT e TOUC com o componente principal 1 são 0,96; 0,94; 0,95 e 0,84 e com o componente principal 2 são -0,01; -0,45; -0,29 e 0,84, respectivamente. Oferta de forragem preconizada: verão - ● = 4% PV, ■ = 8% PV, ▲ = 12% PV, ◆ = 16% PV; primavera - ○ = 4% PV, □ = 8% PV, △ = 12% PV, ◇ = 16% PV...**117**

2 - Relações tridimensionais entre a massa de forragem (kgMS·ha⁻¹) e altura do pasto (cm) com tempo de pastejo diário (TP, min), consumo diário de MS (CMS, % PV) e taxa de consumo de MS (TXCMS, mgMS·min⁻¹·kgPV⁻¹) de novilhas em pastagem natural do bioma Pampa manejada com níveis de oferta de forragem (% PV). As linhas pontilhadas perpendiculares aos eixos x e y representam, respectivamente, os valores de MF e ALT que determinam os menores valores de TP e maiores de TXCMS verificados a partir dos modelos de regressão. Oferta de forragem preconizada: ● = 4% PV, ■ = 8% PV, ▲ = 12% PV, ◆ = 16% PV.....**124**

6. CAPÍTULO VI.....136

1 - Representação das principais relações no ambiente pastoril que determinam o desempenho de herbívoros domésticos.....**138**

2 - Consumo de forragem (% máximo diário) e eficiência de colheita (%) da forragem ofertada de acordo com a oferta diária de forragem (%PV) em uma pastagem natural do Bioma Pampa. Dados referentes às avaliações de verão e primavera de 2009. Consumo: $y = 52,9 + 6,7x - 0,24x^2$; $P = 0,0926$; $R^2 = 0,73$;

CV = 12,6%. Colheita: $y = 97,6 - 10,5x + 0,38x^2$; $P = 0,0066$; $R^2 = 0,87$; CV = 21,6%.....**140**

RELAÇÃO DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

Abreviatura	Descrição
ALT	Altura do pasto
C	Correção pela taxa de recuperação fecal
CC	Com correção pela taxa de recuperação fecal
CG	Cromatografia gasosa
CMS	Consumo diário de matéria seca
CNDT	Consumo diário de nutrientes digestíveis totais
CPB	Consumo diário de proteína bruta
CRD	Cápsula de de liberação controlada
D	Deslocamento diário
D _{C32}	Quantidade administrada diariamente do alcano C ₃₂
DIVMO	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica
DIVMS	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca
e.p.m.	Erro padrão da média
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FID	Detector de ionização de chama
GPS	Sistema de posicionamento global
ha	Hectare
IC	Intervalo de confiança
MF	Massa de forragem por hectare
MS	Matéria seca
n.d.	Não determinado
NDT	Nutrientes digestíveis totais
ns	Não significativo
OF	Oferta diária de forragem
OFR	Oferta diária de forragem real
PB	Teor de proteína bruta
PCA	Análise de componentes principais
PV	Peso vivo
SC	Sem correção pela taxa de recuperação fecal
TAC	Taxa de acúmulo diário de matéria de seca
TD	Taxa de deslocamento diária
TL	Taxa de lotação
TOUC	Frequência de touceiras
TP	Tempo de pastejo
TXCMS	Taxa de consumo de matéria seca
TXCNDT	Taxa de consumo de nutrientes digestíveis totais
TXCPB	Taxa de consumo de proteína bruta
UE	Unidade experimental

1. CAPÍTULO I

1.1 Introdução

1.2 Hipótese de Estudo

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivos Gerais

1.3.2 Objetivos Específicos

1.4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.4.1 Bioma Pampa

1.4.2 Manejo do pastejo no Bioma Pampa: avanços e considerações

1.4.3 Estrutura do pasto e o comportamento ingestivo

1.4.4 Bioacústica de ruminantes em pastejo

1.4.5 Metodologia dos alcanos para estimar o consumo de forragem

1.1 Introdução

No Sul do Brasil a produtividade, eficiência, sustentabilidade e conservação dos ambientes pastoris naturais do Bioma Pampa estão aquém do potencial ótimo, simplesmente por falta de conhecimento da complexidade desses ambientes (Carvalho et al., 2009a). As comunidades vegetais existentes nesse ecossistema encontram-se sob contínuo processo de seleção natural e/ou adaptação. A destacar o impacto de ações de manejo impostas pelo homem nos últimos quatro séculos. Essas práticas resultam em modificações no equilíbrio biológico do sistema, alterando a estrutura da vegetação que, por sua vez, pode afetar decisivamente os padrões de consumo e de comportamento dos animais em pastejo. Por outro lado, a ação do pastejo molda a estrutura do pasto por meio dos padrões de desfolhação e seletividade.

São crescentes na literatura científica as evidências de que não apenas o valor nutritivo da forragem, mas a estrutura do pasto, podem representar limitações ao consumo por influenciar a acessibilidade e facilidade de colheita da forragem pelos animais (Carvalho et al., 2007). A estrutura do pasto determina processos de busca, manipulação, apreensão e ingestão de forragem pelos herbívoros (Hodgson, 1990), processos esses importantes para qualificar o ambiente pastoril (Carvalho, 2005). Qualificar o ambiente pastoril significa propiciar aos animais condições adequadas para que realizem

elevado consumo de nutrientes.

A aquisição de nutrientes em ambientes pastoris é o principal processo determinante do desempenho dos herbívoros. Os padrões comportamentais e de consumo de forragem compõe os fatores determinantes desse processo. Em pastagens naturais o desafio enfrentado pelos animais é obter alimento em um ambiente complexo, heterogêneo e dinâmico. O entendimento dos mecanismos e das estratégias utilizadas pelos animais é de suma importância para obter maiores benefícios de uma adequada utilização desses ambientes. Práticas de manejo que interferem na quantidade de forragem disponível por animal e na estrutura do pasto que é disponibilizada aos animais podem refletir em mudanças comportamentais e no consumo diário de forragem, alterando a eficiência do processo de pastejo. Assim, o estudo das relações de causa-efeito entre a estrutura do pasto, o comportamento ingestivo e o consumo de forragem no Bioma Pampa é de fundamental importância para compreendê-las e disponibilizá-las ao sistema produtivo, buscando eficiência e otimização dos processos que compõem o ambiente pastoril.

Se políticas de conservação e práticas de manejo sustentáveis para a utilização do Bioma Pampa não forem adotadas, em algumas décadas a produção animal e a vegetação natural desse Bioma estarão comprometidas. Em 2005 restava apenas 25% da vegetação natural, com perdas talvez irreversíveis da fauna e da flora (Hasenack et al., 2007). Portanto, vislumbra-se, com o avanço no entendimento dessas relações, identificar e construir ambientes adequados à produção animal baseados em características

estruturais do pasto e das respostas animais.

Esta Tese é apresentada em seis capítulos. O Capítulo I traz uma revisão bibliográfica sobre os assuntos trabalhados. No Capítulo II apresenta-se uma nota técnica que descreve o potencial do método bioacústico para discriminar e quantificar o tempo diário destinado ao pastejo, ruminação e outras atividades. Baseado na importância das relações entre a estrutura do pasto e o comportamento ingestivo de animais em pastejo, o artigo do Capítulo III tem como hipótese que o tempo de pastejo diário e a procura por forragem pelos bovinos de corte estão estritamente associados à estrutura do pasto, mais do que a níveis de oferta de forragem preconizados. Já o Capítulo IV tem por objetivo quantificar as concentrações do perfil de alcanos presente na forragem e nas fezes de bovinos de corte, a duração adequada do período da administração oral do alcano externo C_{32} e determinar qual alcano naturalmente presente na forragem (C_{31} ou C_{33}) deva ser pareado com C_{32} (dosado) para se obter estimativas de consumo em pastagem natural complexa do Bioma Pampa. As conclusões do artigo do Capítulo IV são importantes para o avanço de técnicas de estimação do consumo e da composição de dietas em pastagens naturais. Na sequência dos estudos realizados, o último artigo, que consta no Capítulo V, tem por objetivo responder às seguintes perguntas: frente ao desafio de utilizar um ambiente alimentar tão heterogêneo e complexo, em quais condições de oferta de forragem e estrutura do pasto os animais alcançariam maior consumo diário? Tais condições estariam associadas com taxas elevadas de consumo de forragem e de nutrientes? Por fim, no Capítulo VI, são apresentadas as considerações finais, onde sugestões

gerais para o manejo de pastagens naturais do Bioma Pampa e para pesquisas futuras são apresentadas, compiladas a partir dos estudos apresentados nos Capítulos anteriores.

1.2 Hipótese de Estudo

O manejo da intensidade de pastejo, via ajuste na oferta de forragem diária em pastagem natural, promove alterações importantes na estrutura do pasto. Contudo esse manejo não determina que exista um controle da estrutura do pasto *per se*, o que limita a indicação da oferta de forragem como única meta de manejo. Postula-se, portanto, que o comportamento ingestivo e o padrão de consumo de forragem em ambientes pastoris heterogêneos, como as pastagens naturais, são afetados principalmente pela estrutura do pasto. Uma vez quantificadas as principais relações na interface planta-animal, poder-se-á determinar ambientes pastoris adequados que gerem padrões comportamentais e de consumo de forragem e de nutrientes que otimizem a aquisição de alimento em ambientes complexos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivos Gerais

- Relacionar variáveis do comportamento e do consumo diário de forragem com a oferta diária de forragem e com variáveis descritoras da estrutura do pasto no intuito de definir ambientes adequados ao pastejo;
- Propor recomendações de metas de manejo baseadas nas respostas obtidas da interface planta-animal no intuito de melhorar a utilização e consequente longevidade no uso das pastagens naturais do Bioma Pampa.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Estudar o potencial do método acústico na quantificação do tempo destinado ao pastejo, ruminação e outras atividades diárias realizadas por novilhas de corte em pastagem natural do Bioma Pampa;
- Quantificar as relações entre a estrutura do pasto e o comportamento de bovinos de corte em pastagem natural;
- Quantificar as concentrações do perfil de alcanos presente na forragem e nas fezes de bovinos de corte e a duração adequada do período da administração oral do alcano externo C₃₂.
- Determinar qual alcano naturalmente presente na forragem (C₃₁ ou C₃₃) deve ser pareado com o C₃₂ para se obter as estimativas de consumo em uma pastagem natural do Bioma Pampa;

- Identificar as condições de pasto que proporcione elevados consumo diário e taxa de consumo de matéria seca e de nutrientes por bovinos de corte em pastagem natural.

1.4 Revisão Bibliográfica

1.4.1 O Bioma Pampa

No ambiente pastoril encontra-se o principal recurso alimentar para os rebanhos de herbívoros úteis ao homem: o pasto, responsável por grande parte da produção pecuária no Brasil e no Mundo. Os ecossistemas pastoris são os maiores do Mundo, cobrindo cerca de 40% da área terrestre sem considerar a Groelândia e a Antártica (Nabinger & Carvalho, 2009). A maior proporção encontra-se nas regiões tropicais e subtropicais do globo, onde as condições climáticas proporcionam grande disponibilidade de recursos favoráveis à produção competitiva e sustentável tanto em termos econômicos quanto ambientais (Da Silva & Carvalho, 2005). Numa dessas regiões está o ecossistema Campos, que compreende 500.000 km² (entre as latitudes 24° e 35° S), abrangendo o Uruguai, Nordeste da Argentina, Sul do Brasil e parte do Paraguai (Pallarés et al., 2005), cujas pastagens alimentam cerca de 65 milhões de ruminantes e são classificadas como “estepe” no sistema fitogeográfico internacional (Berreta, 2001).

Já a porção brasileira, nomeada de Bioma Pampa (IBGE, 2004), compreende a metade meridional do Estado do Rio Grande do Sul, abrangendo 46,6% da área do Estado (131.000 km²) (Hasenack et al., 2007). Este bioma está há aproximadamente quatro séculos sob intervenção

crecente do homem, cuja intensidade alerta para ações imediatas de conservação como forma de preservação do ambiente, da paisagem e da sustentabilidade do povo que dele fazem o seu sustento (Carvalho & Batello, 2009).

O Bioma Pampa abriga elevada diversidade florística representada pela ocorrência de cerca de 400 espécies de gramíneas e 150 de leguminosas de importância forrageira (Boldrini, 2007). As pastagens naturais desse Bioma representam a base da alimentação dos rebanhos de bovinos de corte no RS. Esse recurso natural está ameaçado de extinção, uma vez que sua área decresce a uma taxa de 411.272 ha/ano desde 1996 (Carvalho & Batello, 2009). Os conceitos envolvidos na exploração sustentável desse tipo de recurso forrageiro vêm sendo definidos pela pesquisa (Pillar et al., 2009), entretanto, faz-se necessário definir a maneira mais adequada de transmissão desses conceitos ao produtor e à sociedade. Ações de conservação são urgentes para interromper a diminuição das áreas de pastagem natural e evitar o crescente processo de extinção, visando manter a conservação da biodiversidade. Esta é função das propriedades ecológicas e dos processos de sucessão, de espécies vegetais, processos dinâmicos e complexos que requerem conhecimento e práticas de manejo adequados para sua utilização (Overbeck et al., 2007; Carvalho & Batello, 2009).

Um estudo trilateral entre Brasil, Uruguai e Argentina (Bilenca & Miñarro, 2004) revelou que existem dois fenômenos considerados preocupantes e ameaçadores a esse importante recurso natural. Um deles é a expansão da fronteira agrícola, representada particularmente pelos cultivos

agrícolas como a soja, a silvicultura e a implantação de pastagens semeadas. O outro é o uso de taxas de lotação elevadas normalmente empregada no manejo das pastagens naturais (Carvalho & Batello, 2009). Enquanto em alguns Biomas do Brasil, como o Bioma Amazônia, as discussões ambientais são baseadas na preservação dos recursos naturais, o Bioma Pampa tem uma função econômica evidente, sendo a alimentação de herbívoros domésticos a sua principal vocação. Assim, todas as iniciativas de conservação deveriam focar pela busca de uma produção animal sustentável (Carvalho et al., 2006), além, é claro, das funcionalidades ecológicas e sociais presentes nessa atividade econômica.

1.4.2 Oferta de forragem e manejo do pastejo: avanços e considerações

Os fatores mais importantes do manejo são os que determinam o grau de intensidade de pastejo, sendo estes condicionantes do crescimento vegetal e do comportamento e consumo de forragem pelos herbívoros, variáveis fundamentais na definição de ambientes pastoris adequados (Bailey, 2005; Carvalho, 2005).

O ajuste da oferta diária de forragem (OF) reflete uma das formas de manejar a intensidade de pastejo (Nabinger, 1998). A OF compreende a relação entre a quantidade de matéria seca por unidade de área e o número de unidades animais ou unidades de consumo de forragem em qualquer ponto determinado no tempo (The Forage and Grazing Terminology Committee, 1991). O manejo da intensidade de pastejo, via ajuste na OF,

trouxo para a pesquisa melhoria na consistência dos resultados e as condições experimentais passaram a ser melhor comparáveis. Em todo o Mundo, as fazendas que adotaram manejos que determinavam alterações na taxa de lotação experimentaram por 20-30 anos os benefícios de incrementar a produção animal (e.g., Doyle & Wilkins, 1983). Nessa perspectiva, as taxas de lotação tornam-se uma consequência da quantidade de forragem disponibilizada, as quais, em última análise, são reflexos da oferta de recursos tróficos no ambiente, bem como da capacidade da comunidade vegetal em capturá-los (Carvalho et al., 2007).

Nesse contexto, construiu-se boa parte dos protocolos experimentais desenvolvidos pelo Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (DPFA/UFRGS) que tinham por objetivo estudar o manejo da OF em pastagens naturais no Rio Grande do Sul (Corrêa & Maraschin, 1994; Maraschin et al., 1997; Soares et al., 2005; Santos, 2007; Pinto et al., 2008; Neves et al., 2009a). Na primavera de 1986, na Estação Experimental Agronômica (EEA) da UFRGS, sob coordenação do Prof. Gerzy Maraschin, uma área de aproximadamente 60 ha foi subdividida em oito piquetes (unidades experimentais), nos quais foram aplicados quatro níveis de OF para novilhos sob pastoreio contínuo e taxa de lotação variável (Mott & Lucas, 1952). As OFs utilizadas até o outono de 1988 foram 3, 6, 9 e 12 kg de MS/100 kg de PV/dia (ou, % PV). Naquele início as respostas observadas foram lineares e positivas na medida em que se incrementou a OF para a maioria das variáveis relacionadas com a produção primária e secundária. Como a meta era a obtenção de uma “curva-resposta”, na

primavera seguinte os tratamentos foram alterados para OFs de 4, 8, 12 e 16% do PV. Desde 1987 esses tratamentos vêm sendo mantidos numa sucessão de trabalhos que constitui aquela que é considerada a mais antiga área experimental em pastejo monitorada no Brasil.

Nesses 25 anos de estudos foram constatados os benefícios da utilização de OFs moderadas na produção de forragem e de bovinos de corte. Porém, muitas dúvidas ainda persistem e novas hipóteses têm sido propostas para o entendimento do desempenho animal nesse ambiente pastoril, sobretudo nas relações entre a estrutura do pasto e os processos envolvidos no pastejo. O conceito proposto por Mott (1960) considerava apenas o desempenho animal, tanto individual como por unidade de área, para definição da pressão de pastejo ótima que, segundo a The Forage and Grazing Terminology Committee (1991), corresponde ao inverso da oferta de forragem. Recentemente têm sido propostas avaliações de atributos relacionados à condição do pasto ou edáficos, considerados fatores importantes afetando as decisões dos animais em pastejo (Bailey et al., 1996) que, na proposta experimental original, não eram contemplados.

Por muitos anos o conceito de OF foi utilizado como uma das principais metas de manejo do pastejo e considerada variável controle em experimento de pastejo. Entretanto, o Prof. John Hodgson, em 1985, no XV International Grasslands Congress – Japão, já alertava sobre as limitações do entendimento das relações causa-efeito quando da utilização de manejos definidos com base apenas em oferta de forragem ou taxa de lotação. Naquela oportunidade, Hodgson (1985) escreveu: “...*there are several ways in which the*

use of stocking rate (or associated variables like grazing pressure or herbage allowance) may actually inhibit understanding of plant-animal inter-relationships and, hence, understanding of the scope for controlling them to advantage”.

Muito embora a OF descreva e regule a quantidade de alimento que é disponibilizada ao animal, não traz informação alguma sobre a forma com que a forragem encontra-se apresentada. Armstrong et al. (1995) demonstraram que não só o nível de OF, mas também o manejo e a condição do pasto, definem a produção animal. O processo de pastejo e, conseqüentemente, o desempenho e a produtividade animal são afetados por componentes ligados à arquitetura e à composição dos componentes morfológicos e botânicos presentes no pasto (Hodgson, 1990), os quais determinam a estrutura do pasto.

1.4.3 Estrutura do pasto e o comportamento ingestivo

Laca & Lemaire (2000) definiram a estrutura do pasto como sendo a distribuição e o arranjo da parte aérea das plantas numa comunidade. Sob o ponto de vista morfogênico, a estrutura é o resultado da dinâmica de crescimento de suas partes no espaço (Carvalho et al., 2001), atividade essa diretamente relacionada às suas características genéticas (Nabinger & Pontes, 2001). A expressão dessas é regulada pela disponibilidade de fatores de crescimento no ambiente pastoril e pelo manejo empregado, e é condicionadora das características estruturais do dossel, particularmente, o comprimento final das folhas, a densidade populacional de unidades de crescimento e o número de folhas vivas por planta que, em última análise,

determinam o índice de área foliar do pasto (Lemaire & Chapman, 1996).

Nas pastagens naturais do Bioma Pampa há algumas singularidades importantes como, por exemplo, a convivência mútua de espécies vegetais de rotas metabólicas C3 e C4 (Boldrini, 2007) e a presença de plantas com hábitos de crescimento e respostas de resistência ao pastejo diferenciadas (Eggers, 1999). Os níveis de utilização da pastagem natural baseados no manejo da OF determinaram, nos protocolos experimentais citados anteriormente, duas estruturas bem definidas: um estrato inferior, mais uniforme, com maior presença de folhas verdes, mas com porte baixo (variando entre 3 e 18 cm de altura, dependendo da OF e da época do ano) e composto por espécies de hábito de crescimento prostrado ou rizomatoso como *Paspalum notatum*, *Axonopus affinis*, *Paspalum pumilum*, *Piptochaetium montevidense* e *Paspalum paucifolium*; e um estrato superior, formado por espécies de hábito cespitoso como *Andropogon lateralis*, *Aristida jubata*, *Aristida leavis*, *Bacharis trimera*, *Erianthus* sp., *Eryngium horridum* e *Schyzachirium microstachyum*. Santos (2007) e Neves et al. (2009b) nomearam as áreas ocupadas pelo estrato inferior como “área efetivamente pastejável”, pois essas são tidas como as áreas que são mais intensamente e frequentemente pastejadas. Possivelmente contribuam com a maior parte dos sítios alimentares preferidos pelos animais (Stuth, 1991).

Segundo Maraschin (2001), quando amplitudes de OF entre 4 e 16% PV são aplicadas em pastagem natural, resultam em variações pronunciadas na estrutura dos pastos. Sítios intensamente pastejados tendem a ser ocupados por plantas de hábito prostrado, enquanto que nos lenientemente

pastejados ocorrem plantas com hábito ereto (Gomez Sal et al., 1986). Quando em OF moderadas a altas, esse padrão promove incremento na heterogeneidade espacial da vegetação, com a formação de estruturas do tipo mosaico (Côrrea & Maraschin, 1994). Em tais condições, o incremento na OF proporciona maior participação de espécies, componentes morfológicos e estruturas menos selecionadas pelos animais. Esse tipo de resposta da vegetação aos níveis de intensidade de pastejo representada pelo manejo da OF também já foi descrito em pastagens naturais da Argentina e do Uruguai, gerando também a designação de vegetação tipo mosaico (Van der Sluijs, 1971; Berretta & Nascimento, 1991). Em nível global, como exemplificado na Escócia, também se encontram tipos de vegetação em mosaico (Hester & Baille, 1998; Hester et al., 1999, Oom et al., 2008).

Setelich (1994) verificou que 87 e 92% das touceiras de *Andropogon lateralis* e *Aristida jubata* presentes no nível de OF de 16% PV, respectivamente, não apresentavam indício algum de pastejo. A vegetação em mosaico é um exemplo no qual uma comunidade de plantas (preferida) cumpre as necessidades nutricionais dos animais, enquanto que em outra comunidade (menos preferida) encontra-se requerimentos de energia, contudo nutricionalmente marginais (McNaughton & Banyikwa, 1995).

Segundo Carvalho (2005), o conceito de ambiente pastoril adequado à produção animal ainda é emergente, e deveria integrar aspectos produtivos contextualizados nas exigências de qualidade do ambiente de produção. Carvalho et al. (2001) fizeram alusão a esse conceito ao proporem que o manejo fosse visto como a arte de criar e manipular estruturas de pasto no

intuito de otimizar os processos de crescimento vegetal e de apreensão de forragem pelo animal em pastejo. No tocante ao processo de pastejo, grande oportunidade de seleção de forragem pelo animal está implícita no conceito. Bailey (2005) descreveu as características favoráveis ao processo de pastejo em nível de habitat, sugerindo ser esse um conceito tipicamente utilizado na vida selvagem e que deveria também ser empregado para herbívoros domésticos. Nesse contexto, a intensidade de pastejo é ferramenta básica de manejo para controlar o processo de pastejo visando atingir metas de produção animal.

O tempo que os animais dedicam ao pastejo é um indicador da qualidade do ambiente alimentar por estar relacionado com a taxa de ingestão e consumo diário de forragem, e pode ser afetado pela extensão da atividade de ruminação (relacionada à característica da dieta) e outras (relacionadas com o status nutricional, por exemplo) (Hodgson et al., 1997). Pinto et al. (2007) acrescentaram ao protocolo experimental das OFs em pastagem natural as primeiras avaliações de comportamento ingestivo de bovinos de corte. Os autores concluíram que o tempo de pastejo diário (TP) mantinha estreita relação com a estrutura do estrato inferior (estrato entre touceiras) do pasto. Contudo, os modelos não geraram respostas preditivas com a OF. Tanto o TP dos animais como o ganho médio diário mostraram-se mais relacionados à estrutura do pasto (e.g., altura do pasto (ALT)). Os autores encontraram que o TP diminuiu linearmente com o incremento da ALT no estrato entre touceiras. A ALT está associada com a abundância e acessibilidade da forragem, afetando decisivamente variáveis associadas com a ingestão de forragem como, por

exemplo, a profundidade dos bocados (Boval et al., 2007). Por conseguinte, os resultados de Pinto et al. (2007) conduziram a pesquisas com enfoque no estrato inferior do pasto, destacando-se a partir daí o protocolo de Gonçalves et al. (2009a,b,c).

Outros indicadores da qualidade do ambiente alimentar são a taxa de ingestão de MS, deslocamento e seleção. Com enfoque no estrato preferido pelos animais, Gonçalves et al. (2009a,b,c) elaboraram um protocolo reducionista e mimetizaram as ALTs do estrato inferior em uma pastagem natural similar àsquelas dos experimentos dos níveis de OF conduzidas em níveis decrescentes de intensidade de pastejo. Os trabalhos de Gonçalves et al. (2009a,b,c) constataram que os padrões de ingestão, deslocamento e seleção por ovinos e bovinos em pastagem natural são alterados com os níveis de ALT. Verificaram que a taxa de ingestão de MS por ovinos e bovinos é maximizada quando o pasto apresenta 9,5 e 11,4 cm de ALT, respectivamente, representando uma massa de forragem média acima de 2000 kg de MS/ha. Ademais, nas condições favoráveis para ingestão de forragem, os animais permaneceram mais tempo por estação alimentar explorada e deslocaram-se com velocidade inferior aos menores níveis de ALT. Os estudos de Gonçalves et al. (2009a,b,c) representaram um importante esforço no entendimento das relações causa-efeito em ambientes pastoris heterogêneos, e demonstraram a importância do controle da estrutura do pasto no manejo de pastagens naturais.

Contudo, locais com os níveis ótimos de ALT reportados por Gonçalves et al (2009a,b,c) são raros quando a pastagem natural é manejada

tendo por meta níveis de OF. Neves et al. (2009b), em trabalho realizado no protocolo de 25 anos de manejo da OF em pastagem natural do Bioma Pampa, reportaram que na condição de maior OF (16% PV) o maior percentual de sítios alimentares foi detectado em ALTs inferiores a 6,0 cm (56%) e em massas de forragem de até 1500 kg MS/ha (68%), sendo que nas faixas ótimas consideradas por Gonçalves et al. (2009a,b,c) o percentual de sítios foi inferior a 10%, independente da OF. Isso, em parte, explica as razões pelas quais o desempenho individual, apesar de responder positivamente a aumentos na OF (Maraschin, 2001), atinge valores baixos em pastagens naturais de duplo estrato quando manejadas exclusivamente com ajuste da taxa de lotação objetivando metas de OF. Com o incremento da OF ocorre concomitante aumento da cobertura por touceiras, composto por espécies pouco consumidas e que passam a ocupar área crescente da pastagem. Isso determina maior pressão de pastejo sobre o estrato inferior e, por consequência, os níveis de ótimos de ALT determinados no estudo de Gonçalves et al. (2009a,b,c) não são atingidos. Ou pelo menos não ocorrem com participação significativa. Essa forma de exploração dos resultados pode fazer avançar o entendimento da resposta animal, sobretudo em ambientes pastoris heterogêneos. Conforme os estudos de Laca et al. (1993), os animais têm à sua disposição uma ampla gama de variações de massa de forragem e ALT, e segundo Bailey & Provenza (2008) eles pastejam deslocando-se vagarosamente e permanecendo por mais tempo em *patches* ricos em nutrientes e rapidamente e por curto tempo em *patches* pobres em nutrientes.

Enquanto a estrutura vertical é mais importante em escalas menores

da interação planta-animal, a estrutura horizontal – menos abordada e conhecida – é importante em todas as escalas do processo de pastejo (Carvalho et al., 2001; Laca et al., 2010) e é moldada pelos animais ao longo do tempo. Portanto, não só a massa de forragem e ALT, descritores da estrutura vertical, contribuem para as modificações no comportamento de animais em pastejo, mas também a disposições dos itens no plano horizontal da pastagem.

Bremm (2010) construiu um dispositivo experimental para investigar o efeito das proporções entre o estrato inferior (componente preferido) e o estrato superior (não preferido) sobre a ingestão, a seleção de forragem e o deslocamento de bovinos e ovinos em pastagem natural do Bioma Pampa. Touceiras de capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees) representaram o componente não preferido. Os resultados mostraram que tanto novilhas quanto ovelhas selecionaram dietas com predominância de espécies do estrato inferior da pastagem mesmo em áreas com predominância de touceiras. No entanto, a partir de 50% de ocorrência de capim-annoni-2, os animais aparentemente “desistiram” de selecionar o estrato inferior da pastagem e passaram a consumir as touceiras. Para as novilhas, as touceiras parecem ter agido como uma barreira vertical e horizontal, interferindo no processo de formação do bocado, afetando sua massa e, conseqüentemente, a taxa de ingestão de forragem. Já para as ovelhas, independente do nível de ocorrência do capim-annoni-2, estas conseguiram manter a taxa de ingestão constante, possivelmente devido à capacidade de selecionarem leguminosas encontradas dentro das touceiras.

Em pastos com maior grau de heterogeneidade, como os que ocorrem em pastagens naturais, a seleção de sítios, *patches* e estações alimentares pode aumentar de forma considerável a distância caminhada pelo animal para satisfazer suas necessidades nutricionais (Stuth, 1991), aumentando, dessa forma, a quantidade de tempo alocado à atividade de pastejo e ao deslocamento total. A energia requerida para colher forragem é parte menos significativa dos requerimentos de animais em pastejo (Stobbs, 1975). O custo energético das atividades associadas ao pastejo (e.g., procura, seleção, manipulação) tem sido estimado entre 25 e 50% dos requerimentos diários de energia (Osuji, 1974). Condições de alimentação que promovam a minimização ou modificação das atividades em pastejo poderiam diminuir os gastos energéticos associados (Krysl & Hess, 1993). Os animais são capazes de alterar o aumento no tempo de procura por alimento em resposta à estrutura do pasto caminhando mais rapidamente entre estações alimentares (Mezzalana, 2009). Em situações de baixa OF ou ALT, os animais caminham menos entre estações alimentares (Mezzalana, 2009). No entanto, ao final do dia, acabam percorrendo distâncias maiores por explorarem maior número de estações alimentares (Prache & Rouquet, 1996).

Em ambientes pastoris naturais, onde os recursos alimentares encontram-se dispersos temporal e espacialmente, os animais são obrigados a tomar uma série de decisões para colher de forma eficiente os nutrientes necessários para atender seus requerimentos. Essas decisões, que resultam em ações, determinando padrões de comportamento que, em conjunto, são conhecidos como estratégia de alimentação ou de forrageamento

(Gordon & Illius, 1992). O processo de pastejo, sendo regido pelos mecanismos e estratégias dos animais, é de suma importância, porque em pastejo há uma necessidade nutricional a ser atendida e uma limitação de tempo para satisfazê-la, e a estrutura do pasto tem efeitos importantes nas estratégias adotadas. Gasto excessivo de tempo em determinado processo pode acarretar em restrição de consumo, incremento em gasto energético e não atendimento da demanda diária, pois o animal, além de pastear, deve utilizar parte do tempo para ruminar o alimento que consumiu, descansar e realizar atividades sociais (Rook & Penning, 1991).

O experimento com OF em pastagem natural do Bioma Pampa, conduzido há 25 anos, determinou contrastes reais de abundância de forragem e estrutura de pasto para bovinos de corte (Neves et al., 2009b) ao longo dos anos. Apesar dos tratamentos não garantirem um estrito controle da estrutura do pasto, esse cenário, singular pelo longo histórico das intensidades de pastejo aplicadas e pela fisionomia contrastante dos pastos, permite que metas de pasto possam ser investigadas por meio de estudos baseados nas características estruturais determinantes do comportamento ingestivo e consumo de forragem de bovinos (Pinto et al., 2007; Gonçalves et al., 2009a,b; Mezzalira, 2009; Bremm, 2010). O efeito dessas variáveis na produção animal está associado à oportunidade do animal colher mais ou menos forragem, de maior ou menor valor nutritivo (Heringer & Carvalho, 2002).

Assim, o estudo das relações de causa-efeito entre a estrutura da vegetação e o comportamento ingestivo no Bioma Pampa é de fundamental importância para compreendê-las e disponibilizá-las ao sistema produtivo. O

pressuposto é de que seja necessário proporcionar aos animais um ambiente alimentar que não restrinja suas estratégias de pastejo, buscando otimização dos processos que compõem o ecossistema pastoril e explorando sua heterogeneidade como forma de garantir sua conservação.

1.4.4 Bioacústica de ruminantes em pastejo

As determinações do tempo diário das atividades que os herbívoros domésticos desempenham são fundamentais para compreender as decisões tomadas no processo de exploração do ambiente pastoril, além de essenciais para o planejamento de ações por parte do manejador do sistema (Ungar, 1996). Entretanto, estudos de comportamento ingestivo de animais em pastejo carecem ainda de métodos acurados e de fácil utilização. Poucos foram, de fato, os avanços em buscar-se um método preciso e automatizado que facilmente quantifique o tempo dedicado pelos ruminantes domésticos na realização de suas atividades diárias.

A bioacústica tem sido proposta por ser um método não invasivo, com baixo custo e que possibilita identificar as atividades dos ruminantes de forma contínua, sem afetar o comportamento ingestivo do animal (Klein et al., 1994). Bioacústica para avaliar o comportamento de animais foi primeiramente proposta por Alkon et al. (1989). Laca et al. (1994) constataram que bocados e mastigações poderiam ser facilmente identificados e contados pela inspeção de registros sonoros ao invés da observação direta. Segundo Laca & WallisDeVries (2000), a gravação de som contém uma grande riqueza de informações que podem ser reunidas de maneira que não interfira no

comportamento de pastejo e que pode prestar-se a análise automatizada, todavia ainda não disponível. Além disso, uma vantagem importante da abordagem acústica é que permite a contagem de mastigações e bocados, assim como de movimentos compostos de apreensão e mastigação. A maioria das técnicas utilizadas para avaliar o comportamento ingestivo não consegue discriminar movimentos compostos de mastigação, manipulação e bocados (Penning et al., 1991). Entretanto, alguns estudos promissores indicam a possibilidade de utilizá-los para quantificar parâmetros do consumo de forragem (Laca & WallisDeVries, 2000; Galli et al., 2006).

Registros sonoros podem ser coletados usando um rádio transmissor que envia os registros para um gravador (Laca et al., 1992) ou por gravação direta para um pequeno gravador ajustado nos animais (Matsui & Okubo, 1989; Matsui & Okubo, 1990; Matsui & Okubo, 1991). Na tentativa de monitorar o comportamento ingestivo diário, o Grupo de Pesquisas em Ecologia do Pastejo da UFRGS obteve registros sonoros em diferentes protocolos experimentais. As constatações iniciais permitem confirmar a possibilidade de uso da bioacústica para quantificar o tempo diário das atividades de pastejo e ruminação, uma vez que possuem padrões de registros sonoros bastante distintos e facilmente discriminados em softwares de áudio. O software para suporte à interpretação dos registros sonoros automatizados ainda está em desenvolvimento (Milone et al., 2009), mas a aplicação desse método para a avaliação da ingestão de forragem significa um avanço em relação a outros métodos de monitoramento animal (Carvalho et al., 2009).

Para maiores detalhes sobre a utilização da bioacústica em

ruminantes domésticos os leitores são referidos aos trabalhos de Laca & Wallis De Vries (2000), Ungar & Rutter (2006), Galli et al. (2006) e Nadin et al. (2010).

1.4.5 Metodologia dos alcanos para estimar o consumo

Para compreender as relações entre os ruminantes e seus ambientes pastoris é necessário obter informações quantitativas dos hábitos alimentares desses animais: o quê e quanto eles comem e qual é a qualidade nutricional de sua dieta. A utilização da técnica de alcanos para estimar o consumo de forragem e a seleção de dietas por herbívoros, tanto selvagens como domésticos, tem apresentado um avanço considerável nos últimos 20 anos (Dove & Mayes, 2006; Carvalho et al., 2007b). Os alcanos são hidrocarbonetos saturados de cadeias longas presentes na cera cutilar dos tecidos vegetais, relativamente inertes ao ambiente ruminal e que podem ser recuperados nas fezes dos ruminantes. Comparativamente aos outros indicadores normalmente usados pela pesquisa (e.g., óxido crômico, itérbio, etc...), é possível determinar simultaneamente o indicador externo e o interno numa única análise usada para estimar a digestibilidade, produção fecal, consumo e a composição do alimento (Mayes et al., 1986), fato que constitui grande vantagem desse método com intuito de estudar as interações planta-animal em ambientes pastoris.

Dove & Mayes (1996) compilaram resultados de vários estudos em que foi testado o uso de alcanos como marcador da excreção fecal. Os resultados demonstraram o alto grau de exatidão desse marcador, mais alto que o obtido com outros indicadores externos como, por exemplo, o óxido

crômico (Le Du & Penning, 1982). A vantagem do uso de alcanos como marcadores em relação ao óxido de cromo também foi constatada por Genro et al. (2004). Os autores compararam os valores de consumo de matéria seca estimados com uso dos alcanos ou óxido crômico com aqueles preditos pelo Sistema de Carboidratos e Proteína Líquidos de Cornell (CNCPS; Fox et al., 2004). Os valores absolutos das estimativas de consumo, assim como o grau de exatidão e precisão, obtidas com alcanos foram superiores aos obtidos com óxido crômico.

A validação do método do duplo alcano (Mayes et al., 1986) como indicador de produção fecal e digestibilidade de forragem com animais em pastejo, contudo, não está totalmente estabelecido para pastagens naturais complexas de clima tropical e subtropical, havendo a necessidade de mais estudos (Carvalho et al., 2007b). A proposta empregada no Capítulo IV da presente Tese tenta responder alguns questionamentos da utilização da técnica de alcanos em pastagem natural complexa. O uso desse método levanta questionamentos similares aos de outros métodos baseados em marcadores, tal como a administração dos marcadores externos (Dove et al., 2002; Molina et al., 2004) e o padrão diário da excreção fecal (Oliván et al., 2007). O tempo necessário de dosagem para alcançar o equilíbrio dinâmico entre as concentrações de alcanos na dieta e nas fezes de ruminantes necessitam estudos para as pastagens naturais complexas. Além disso, fatores relacionados com a recuperação de alcanos nas fezes podem afetar a acurácia da técnica, tais como as variações no ambiente alimentar e na abundância de alimento ofertado, que não foram ainda suficientemente elucidados. O artigo do

Capítulo IV tem por meta encontrar qual alcano natural homólogo (C_{31} ou C_{33}) ao dosado (C_{32}) deve ser utilizado para se obter estimativas precisas de consumo de matéria seca em pastagem natural do Bioma Pampa.

O domínio de metodologia científica adequada para estimar consumo, bem como comportamento ingestivo, terá repercussões e possibilitará gerar recomendações de manejo do Bioma Pampa baseados nos conhecimentos da ecologia do pastejo, mais especificamente na identificação de propriedades (e.g. estrutura do pasto) do ambiente pastoril que gerem e supram adequadamente as necessidades nutricionais dos animais.

2. CAPÍTULO II

Potencial de um Método Acústico para Quantificar as Atividades de Bovinos em Pastejo¹

¹Nota Científica formatada nas normas do periódico *Pesquisa Agropecuária Brasileira* (Apêndice 1).

Potencial de um Método Acústico para Quantificar as Atividades de Bovinos em Pastejo¹

Resumo - O objetivo foi verificar o potencial de um método acústico na quantificação do tempo das atividades de pastejo, ruminação e outras atividades realizadas por novilhas de corte em pastagem natural do Bioma Pampa, comparando com um método visual. Os resultados apontam que o método acústico é eficiente para a estimativa das atividades de bovinos de corte em pastejo.

Termos de indexação: bioacústica, tempo de pastejo, ruminação, comportamento ingestivo, pastagem natural, gravador de som

Potential of an Acoustic Method to Quantifying the Activities of Grazing Cattle

Abstract - The objective was to investigate the potential of an acoustic method for quantifying the time of the activities of grazing, ruminating and other activities by beef heifers in natural pasture, compared to a visual method. The results show that the acoustic method is efficient for estimating the activities of beef cattle in grazing.

Index terms: bioacoustics, grazing time, ruminating, animal behaviour, natural grassland, sound recorder

¹ Parte da tese do primeiro autor, como requisito para obtenção do título de Doutor em Zootecnia, área de Concentração Plantas Forrageiras, UFRGS.

As determinações do tempo dedicado pelos herbívoros a diferentes atividades ao longo do dia são fundamentais para compreender suas decisões no ambiente pastoril a ser explorado. A medição precisa do comportamento ingestivo é essencial para uma gestão confiável de ruminantes em pastejo. Inclusive inferências sobre a nutrição e bem-estar animal podem ser obtidas pelo monitoramento das atividades de pastejo e ruminação.

O estudo do comportamento de ruminantes é fundamental para compreender as relações planta-animal no ambiente pastoril e, segundo Hodgson (1982), as atividades diárias são basicamente divididas em períodos de alimentação (pastejo), ruminação e interações sociais. Contudo, poucos foram, de fato, os avanços em buscar um método preciso que facilmente quantifique o tempo dedicado pelos ruminantes domésticos a essas diferentes atividades. A bioacústica tem sido proposta por ser um método não invasivo, com baixo custo e que possibilita identificar as atividades dos ruminantes de forma contínua sem afetar o comportamento ingestivo do animal (Klein et al., 1994; Laca et al., 1992). O objetivo deste trabalho foi verificar o potencial de um método acústico na quantificação do tempo de pastejo, ruminação e outras atividades realizadas por novilhas de corte em pastagem natural comparando-o com um método visual (Mezzalira et al., no prelo).

Os testes foram conduzidos em piquetes de 3 a 5 ha em uma pastagem natural representativa da fitofisionomia Campos do centro do Estado do Rio Grande do Sul (Boldrini et al., 2010) pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (30°05'S e 51°40'W). Os pastos apresentavam as seguintes características: massa de forragem entre 875 e 2890 kg/ha de matéria seca, altura entre 4,3 e 18,4 cm e ocorrência de touceiras entre 0 e 38%. Os animais experimentais foram cinco novilhas mestiças,

oriundas de cruzamentos entre as raças Angus e Hereford (*Bos taurus taurus*) e Nelore (*Bos taurus indicus*). Quando da realização do teste acústico, em 10/02/2009, as novilhas apresentavam 18 meses de idade e $194 \pm 7,3$ kg.

Para gravar o som produzido pelos animais, no dia anterior à realização do teste, os animais foram equipados com um buçal que permitia que um microfone de lapela, protegido por uma cápsula de isopor, fosse ajustado à frente (Figura 1a). Tal proteção teve a intenção de minimizar os ruídos externos provenientes do deslocamento dos animais na vegetação, vento, chuva, trânsito de veículos nas proximidades do ensaio, entre outros. Para gravar e armazenar os registros sonoros foram utilizados gravadores digitais de voz da marca Sony® (ICD-P620; 512mb) com dimensões de 34,6 mm x 109,5 mm x 18 mm e 68 g, os quais foram fixados aos buçais tomando-se o cuidado de envolvê-los em saco-bolha para protegê-los contra batidas e umidade. O modo de gravação foi HQ (“*high quality*”), mono, alta sensibilidade do microfone (interruptor do gravador alta/baixa), 16 kHz e 16bits.

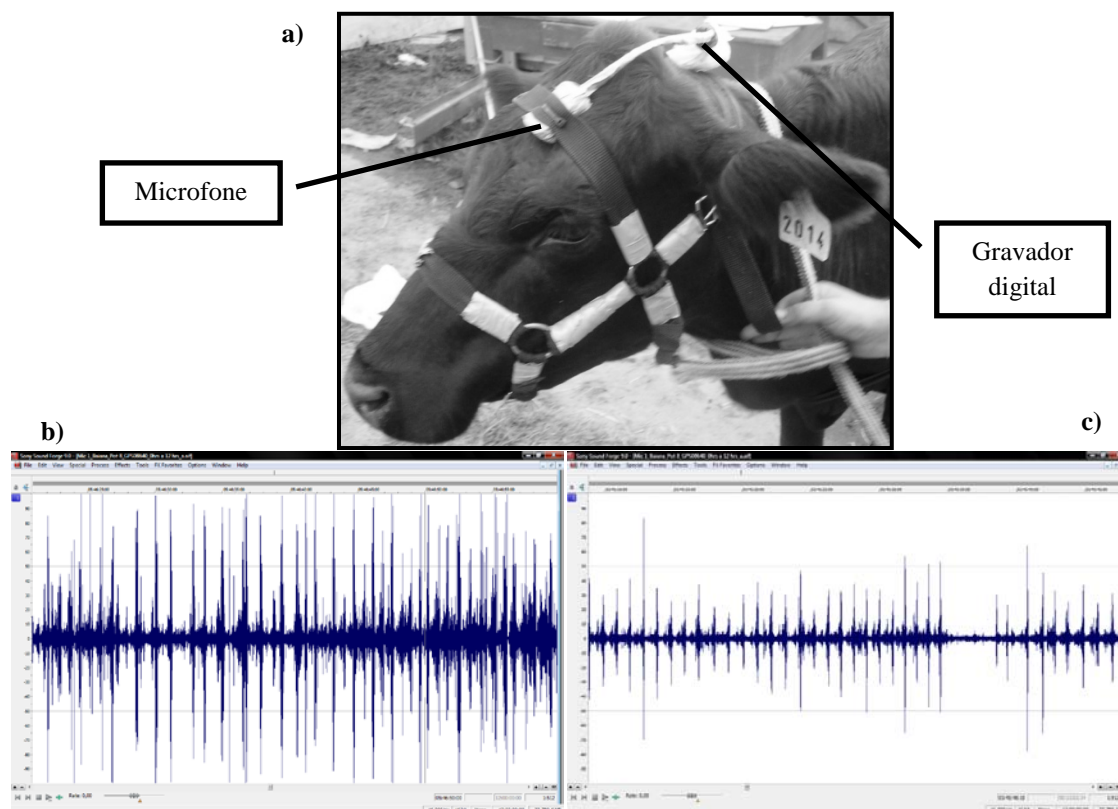


Figura 1. Novilha equipada com buçal que ajusta o microfone à frente conectado ao gravador digital (a). Fragmento de registro acústico de pastejo (b) e ruminação (c) de novilhas em pastagem natural, analisados no software Sound Forge® v.9. Os fragmentos estão na escala 1:512 e cada um dos picos observados representam, em tese, os movimentos mandibulares executados durante o pastejo e ruminação, respectivamente.

No dia seguinte à colocação dos buçais, os animais monitorados visualmente por observadores treinados em intervalos de cinco minutos por aproximadamente 11,5 horas (período diurno), conforme proposto por Mezzalira et al. (no prelo). Os observadores equipados com binóculos foram alocados em andaimes e/ou locais que minimizassem o risco de alteração de atividade dos animais. Com isso foi possível determinar a eficácia do método acústico comparando com o método visual (Mezzalira et al., no prelo).

Considerou-se pastejo o tempo em atividade de procura e colheita de forragem. O tempo de ruminação foi considerado como o período em que o animal não estava pastejando, mas que foi possível visualizar o animal remastigando o bolo alimentar (observado pelo movimento de lateralidade da boca do animal e o refluxo do bolo

alimentar via esôfago). O tempo de outras atividades representou o período em que o animal não esteve pastejando nem tampouco ruminando. Assim, as atividades discriminadas pelos observadores foram: pastejo, ruminação e outras atividades.

No dia seguinte às observações visuais, retirou-se os buçais e os registros foram transferidos para um computador, convertidos no formato '.aif' e analisados por apenas um avaliador treinado no software Sound Forge[®] v.9. Na Figura 1 é possível observar fragmentos de um registro típico de atividade de pastejo (b) e outro de ruminação (c). O avaliador foi treinado para identificar esses padrões sonoros no software, integrando a audição com padrão das ondas sonoras observadas. Entretanto, o avaliador não teve acesso aos resultados das avaliações visuais, com intuito de tornar a comparação dos métodos fidedigna. Assim, os registros acústicos de todos os animais foram analisados no software para identificar, discriminar e calcular os tempos das atividades de pastejo, ruminação e outras atividades. Outras atividades foram identificadas quando o padrão auditivo e visual do registro sonoro foi distinto ao que se considerou seguramente pastejo ou ruminação. O avaliador necessitou um tempo médio para avaliar cada registro de aproximadamente 45 min.

Os tempos totais, em minutos, das atividades de pastejo, ruminação e outras foram computadas para cada um dos métodos. Realizou-se ANOVA com os valores obtidos em cada método e estes foram comparados com o teste Tukey-Kramer HSD ($P < 0,05$). Além disso, foi realizada análise de regressão linear ($y = a + bx$) tendo como variável dependente (y) o método visual e independente (x) o método acústico com intuito de verificar os coeficientes angulares (b). Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software JMP[®] v.9 (2010).

Para nenhuma das atividades discriminadas pelo método acústico houve variação

significativa em relação ao método visual (Tabela 1). A análise de regressão linear não revelou significância para atividade de ruminação entre os valores obtidos pelo método visual e acústico.

Tabela 1. Comparação e análise do coeficiente angular da regressão entre os valores obtidos (n = 5) pelos métodos visuais e acústicos na estimativa do tempo (min) das diferentes atividades registradas por novilhas de corte em pastagem natural.

Atividades	Visual	Acústico	Valor P ANOVA	Coef. angular da regressão	Valor P da regressão
Pastejo	371 ± 61,7	365 ± 55,8	0,9443	1,10 ± 0,06	0,0003
Ruminação	102 ± 23,5	146 ± 28,7	0,2503	0,63 ± 0,29	0,1236
Outras atividades	208 ± 31,1	170 ± 29,9	0,3876	0,93 ± 0,26	0,0393

Os resultados apontaram que o método acústico para a estimativa das atividades de bovinos de corte é satisfatório, principalmente no que se refere ao tempo de pastejo e outras atividades. Pastejo é a atividade mais fácil de detectar-se visualmente comparativamente à ruminação. Em alguns momentos, a observação visual da ruminação é dificultada dependendo da posição que a cabeça do animal está para o avaliador. Julga-se isso como uma causa importante da variação entre os métodos para as atividades de ruminação e outras. Foi possível observar uma nítida diferença dos registros para as atividades de pastejo e ruminação (Figura 1bc), o que reflete na segurança da utilização do método acústico. A ruminação é fácil de ser detectada por suas características sonoras distintas à atividade de pastejo, tais características são: picos de movimentos mais regulares e de menor intensidade, com pequenas pausas (3 a 5 segundos) em que o animal deglute o bolo e regurgita um novo a ser mastigado por aproximadamente 50 segundos.

A maior vantagem da técnica acústica, sem dúvida, é a sua precisão com relação ao método visual, o qual é aceito em trabalhos científicos, com as ressalvas de que os avaliadores podem afetar o comportamento dos animais. Além do mais, o método acústico implica na não necessidade de avaliadores permanentes, observação noturna e

numa estimativa que se julga mais fidedigna por não incorrer em riscos de alteração do comportamento dos animais e nem na subjetividade dos observadores. Finalmente, os instrumentos e softwares usados neste trabalho são de custo inferior aos instrumentos de medição do comportamento ingestivo disponíveis até o momento. A maior desvantagem julgou-se estar na capacidade das baterias e na automatização das análises. Adaptações são necessárias aos gravadores para obter um registro de maior duração e avanços são necessários para que se consiga automatizar a identificação dos registros sonoros.

Agradecimentos

Ao Prof. Júlio Ricardo Galli da Universidad Nacional de Rosario pelas valiosas sugestões. Ao Programa de Cooperação Internacional Centros Associados da Pós-Graduação Brasil-Argentina (CAPES/SPU), processo nº 032/07.

Referências

BOLDRINI, I.I.; FERREIRA, P.; ANDRADE, B.O.; SCHNEIDER, Â.A.; SETUBAL, R.B.; TREVISAN, R.; FREITAS, E.M. Bioma Pampa diversidade florística e fisionômica. 1. ed. Porto Alegre: Pallotto, 2010. v.1. 64 p.

HODGSON, J. Ingestive behavior. In: LEAVER, D.C. Herbage intake handbook. British: British grassland Society, 1982. p.113-138.

JMP® (2010). User's Guide: Statistical Discovery Software (Version 9). Cary, NC: SAS Inst. Inc.

KLEIN, L.; BAKER, S.K.; PURSER, D.B.; ZAKNICH, A.; BRAY, A.C. Telemetry to monitor sounds of chews during eating and rumination by grazing sheep. Proceedings Australian Society of Animal Production. 1994. v.20. p. 423. 1994.

LACA, E.A.; UNGAR, E.D.; SELIGMAN, N.G.; RAMEY, M.R.; DEMMENT, M.W. An integrated methodology for studying short-term grazing behaviour of cattle. Grass Forage Science, 47, p. 81-90, 1992.

MEZZALIRA, J.C. ; CARVALHO, P.C.F. ; FONSECA, L.; BREMM, C.; REFFATTI, M.V.; POLI, C.H.E.C. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo. Revista Brasileira de Zootecnia. No prelo.

SOUND FORGE®. Digital Audio Editor. Version 9. 2008, Sony.

3. CAPÍTULO III

Oferta de forragem como meta de manejo do pastejo: implicações da estrutura do pasto sobre o tempo de pastejo e a procura por forragem¹

¹Artigo científico (*Research Papers*) formatado nas normas do periódico *Rangeland Ecology and Management* (Apêndice 2).

Oferta de forragem como meta de manejo do pastejo: implicações da estrutura do pasto sobre o tempo de pastejo e a procura por forragem¹

Resumo

O presente trabalho teve por objetivo avaliar as seguintes hipóteses: (i) o tempo de pastejo diário (TP) e a (ii) procura por forragem estão estritamente associados à estrutura do pasto, mais do que aos níveis de oferta de forragem diária (OF). Para tanto, propôs-se um modelo que foi testado com base em análises da estrutura do pasto, tempo e deslocamento em pastejo por novilhas de corte em pastagem natural do Bioma Pampa que desde 1986 vem sendo manejada com níveis de OF. Em três épocas, entre jan/2009 e fev/2010, avaliou-se o efeito da OF sobre os principais descritores da estrutura do pasto (massa de forragem, altura e frequência de touceiras) e, por sua vez, o efeito desses no TP, taxa de deslocamento (TD) e deslocamento médio diário (D). Os dados foram analisados por meio de regressão. TD em pastejo não apresentou relação com a OF e nem com a estrutura do pasto, mas mostrou relação linear positiva com o D, assim como o TP. O incremento em TP foi acompanhado pelo aumento em D. Por fim, o trabalho demonstrou a importância da estrutura do pasto ao constatar que, independentemente do nível de OF e da época do ano avaliada, os menores valores de TP sempre estiveram associados a estruturas de pasto caracterizadas por: massa de forragem entre 1 400 e 2 200 kgMS·ha⁻¹ e altura entre 8 e 13 cm. Sob essa configuração estrutural, a frequência de touceiras na pastagem não ultrapassou 35%. Fora desses limites houve penalização no TP e padrão de deslocamento das novilhas. Foram constatados indícios de que o melhor entendimento das relações causa-efeito entre a estrutura do pasto e o comportamento em pastejo demonstra a possibilidade de incrementar o desempenho de herbívoros domésticos, com importantes consequências

¹ Parte da tese do primeiro autor, como requisito para obtenção do título de Doutor em Zootecnia, área de Concentração Plantas Forrageiras, UFRGS.

econômicas e provavelmente ecológicas.

Palavras-chave: intensidade de pastejo, pastagem natural, comportamento ingestivo, pressão de pastejo, bovinos, deslocamento em pastejo

1. Introdução

Pastagens naturais ocorrem em todos os continentes do globo, mas o sucesso de sua utilização com conservação requer a adoção de práticas de manejo sustentáveis (Overbeck et al., 2007), impondo muitos dilemas aos manejadores (Carvalho e Batello, 2009). A utilização de ambientes pastoris naturais passa necessariamente pelo controle do pastejo de herbívoros domésticos de interesse para o homem. O conceito de um ambiente pastoril adequado à produção animal e a conservação de recursos é um conceito emergente que deve integrar aspectos produtivos contextualizados nas exigências de qualidade do ambiente de produção (Carvalho, 2005).

Carvalho et al. (2001) fizeram alusão a estes conceitos ao proporem que o manejo fosse visto como a arte de criar e manipular estruturas de pasto no intuito de otimizar os processos de crescimento vegetal e preensão de forragem pelo animal em pastejo. Os fatores mais importantes do manejo são os que determinam o grau de intensidade de pastejo, sendo essa condicionante do crescimento vegetal e do comportamento e consumo de forragem pelos animais (Nabinger et al., 2009), variáveis fundamentais na definição de ambientes pastoris adequados (Bailey, 2005; Carvalho, 2005). O ajuste na oferta de forragem diária (OF) é uma das maneiras utilizadas para manejar a intensidade de pastejo (Nabinger, 1998).

OF é a relação entre a quantidade de matéria seca de forragem por unidade de área e o número de unidades animais em qualquer ponto determinado no tempo, sendo o

inverso da pressão de pastejo (The Forage and Grazing Terminology Committee, 1991). Assim, baixa OF significa elevada pressão de pastejo (Mott, 1960). Esta forma de manejo da intensidade de pastejo por muito tempo foi apregoado como meta de manejo. E ainda continua sendo, pois determinou para a pesquisa melhorias na consistência dos resultados quando as taxas de lotação animal passaram de meta alvo (Mott, 1960; Jones e Sandland, 1974) para consequência do nível de OF. Nesse contexto, construiu-se boa parte dos protocolos experimentais desenvolvidos para manejar e melhorar a produção vegetal e animal em pastagens naturais no Bioma Pampa (Corrêa e Maraschin, 1994; Maraschin et al., 1997; Soares et al., 2005; Pinto et al., 2008).

A região sul do Brasil, juntamente com o Uruguai, nordeste da Argentina e parte do Paraguai, abriga o ecossistema Campos Sulinos (entre 24° e 35° S), com uma ampla diversidade florística disposta em uma área de 500.000 km² (Bilenca e Miñarro, 2004). Campos refere-se a um tipo de vegetação composta predominantemente por gramíneas e outras herbáceas, classificado como Estepe no sistema fitogeográfico internacional e que alimenta aproximadamente 65 milhões de ruminantes (Berreta, 2001). A maior parte dos Campos Sulinos na parte brasileira é constituída pelo Bioma Pampa (IBGE, 2004), o qual se localiza no Sul do estado do Rio Grande do Sul e representa 90% das pastagens naturais desse estado. É dominada por gramíneas, principalmente as pertencentes aos gêneros *Andropogon*, *Aristida* e *Paspalum*, totalizando cerca de 450 espécies, enquanto que as leguminosas totalizam cerca de 200 espécies (Boldrini, 2009).

Os mais de 20 anos de estudos no Bioma Pampa experimentaram os benefícios da utilização de OF moderada na produção e qualidade do ambiente pastoril. Contudo, a OF como ferramenta de manejo do pastejo não traz informação alguma sobre a forma como a forragem está ofertada e distribuída (Hodgson, 1984). A arquitetura,

composição e quantidade de forragem descrevem aspectos da estrutura do pasto que afetam o processo de pastejo e ingestão de forragem pelos herbívoros (Hodgson, 1990), e qualificam o ambiente pastoril (Carvalho, 2005).

Sem dúvida o manejo da intensidade do pastejo via OF trouxe substancial incremento na produção ao ser indicado como meta de manejo. Entretanto, na forma como o conceito de OF foi concebido, e considerando os aspectos ressaltados por Hodgson (1984) e Heringer e Carvalho (2002), o método não assegura controle da estrutura do pasto *per se*, o que limita a indicação e uso da OF como meta de manejo (Carvalho et al., 2001; Da Silva e Carvalho, 2005). Um experimento em pastagem natural do Bioma Pampa mantido há 25 anos sob níveis de OF determinou contrastes reais de abundância de forragem e estrutura do pasto para bovinos de corte (Neves et al., 2009) ao longo dos anos. Esse cenário, singular pelo longo histórico dos tratamentos aplicados, ainda permite que metas de pasto possam ser investigadas com base no que atualmente julga-se serem as principais características estruturais do pasto afetando o comportamento de bovinos em pastejo em pastagem natural (Pinto et al., 2007; Gonçalves et al., 2009a,b; Mezzalira, 2009; Bremm, 2010): massa de forragem, altura do pasto e frequência de touceiras. O efeito dessas variáveis na produção animal está associado à oportunidade do animal colher mais ou menos forragem, de maior ou menor valor nutritivo (Heringer e Carvalho, 2002).

Os herbívoros quando em pastejo elegem locais da pastagem que representam estruturas de pasto que favorecem o processo de pastejo (Bailey, 1996) e respondem às modificações na disposição dos itens preferidos e não preferidos. Uma das maneiras de os herbívoros responderem é alterando o tempo alocado à atividade de pastejo. Em tese, quanto melhores as condições de ambiente alimentar, menos tempo será dedicado a essa

atividade. O herbívoro necessita de tempo para procurar a forragem para então poder consumi-la, realizando um processo essencial do forrageamento que é tempo-dependente (Carvalho et al., 2001). Durante o pastejo, os animais se deparam com o desafio de procurar alimento nesse contexto, o deslocamento diário associado a essa atividade expressa, em parte, a magnitude da busca na tentativa de encontrar os melhores locais da pastagem para alimentação.

Baseado na importância das relações existentes entre as características de estrutura do pasto sobre o comportamento ingestivo e o padrão de procura por forragem pelos herbívoros em pastejo, postulou-se que: (i) o tempo de pastejo e (ii) a procura por forragem estão estritamente associados à estrutura do pasto, mais do que aos níveis de OF preconizados. Confirmadas as hipóteses, possivelmente incrementos no desempenho de ruminantes domésticos e o melhor entendimento das relações causa-efeito em pastagem natural poderão ser esperados. Ademais, implicaria que metas de manejo do pastejo serão melhor sustentadas se baseadas não somente na OF, mas também em um controle mais preciso da estrutura do pasto, com as quais os bovinos defrontam-se. O objetivo deste trabalho foi avaliar essas hipóteses e, portanto, propôs-se um modelo que foi testado com base em análises da estrutura do pasto, tempo de pastejo diário e deslocamento em pastejo diário de novilhas de corte em pastagem natural do Bioma Pampa que há 25 anos vem sendo manejada com níveis de OF.

2. Métodos

2.1. Local, tratamentos e delineamento

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (30°05'S, 51°40'W e 46 m de altitude) em

área de pastagem natural representativa da fitofisionomia Campos do centro do Estado (Boldrini et al., 2010), que forma parte do Bioma Pampa. O clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido com verão quente, segundo classificação de Köppen. A precipitação total média anual na estação experimental é de 1 440 mm, as temperaturas médias mensais variam entre 9 e 25°C e a média diária de radiação solar global entre 200 e 500 cal·cm² (Bergamaschi et al., 2003). Desde 1986 a área experimental, de aproximadamente 31 ha, vem sendo manejada sob lotação contínua e níveis de OF para bovinos de corte. Os níveis de OF preconizados foram: 4, 8, 12 e 16 kg de matéria seca para cada 100 kg de peso vivo por dia (kg MS·100 kg de PV⁻¹·dia⁻¹, ou % PV) que foram aferidos em média a cada 28 dias utilizando-se a técnica *put-and-take* (Mott e Lucas, 1952) (maiores detalhes dos tratamentos consultar Soares et al. (2005) e Neves et al. (2009)). Exceto o manejo da intensidade de pastejo via ajuste na OF, não houve, nenhuma outra intervenção antrópica como, por exemplo, fertilização, irrigação, fogo ou roçada.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com duas repetições. O tamanho das unidades experimentais (UEs) variou entre 3,0 e 5,2 ha e os blocos foram arranjados por diferença na capacidade de drenagem de água no solo. Os 25 anos de utilização da área com diferentes níveis de OF resultaram em diferentes composições florísticas (Cruz et al., 2010) e estruturas de pasto (Neves et al., 2009). Nas UEs manejadas com baixa OF (e.g. 4% PV) existe apenas um estrato de vegetação, homogêneo e com um perfil de dossel baixo. No estrato inferior do pasto ocorrem com maior frequência espécies dos gêneros *Paspalum*, *Axonopus*, *Piptochaetium*, *Coelorachis*. Já com o incremento na OF, ocorrem touceiras no chamado estrato superior, formadas principalmente por espécies dos gêneros *Aristida*,

Eryngium, *Andropogon*, *Bacharis* e *Vernonia*, configurando-se em uma estrutura bimodal do pasto e dispersa em mosaico (Côrrea e Maraschin, 1994).

2.2. Animais e período experimental

Os animais experimentais foram novilhas mestiças, oriundas de cruzamentos entre as raças Angus e Hereford (*Bos taurus taurus*) e Nelore (*Bos taurus indicus*) com 15 meses de idade e $152 \pm 4,0$ kg de peso corporal quando da entrada na área experimental em 15/11/2008, após um período de 153 dias de diferimento no outono-inverno. Os animais permaneceram na área experimental por 174 dias (até 27/05/2009), quando houve redução da temperatura após um período de deficiência hídrica (Figura 1), comprometendo o crescimento e a condição dos pastos para a manutenção dos animais na área experimental. Por isso, os animais foram removidos do experimento para uma área de pastagem natural em melhores condições de pasto, adjacente às UEs, e permaneceram fora do experimento até 07/10/09, quando então retornaram e foram retomados os ajustes para as OF preconizadas. Permaneceram no experimento até meados de fevereiro de 2010. O período experimental acima descrito foi dividido em três épocas que foram separadamente analisadas: Verão 2009, avaliações realizadas entre início de janeiro e final de fevereiro de 2009; Primavera 2009, avaliações realizadas no mês de novembro de 2009; Verão 2010, avaliações realizadas entre o início de janeiro e meados de fevereiro de 2010.

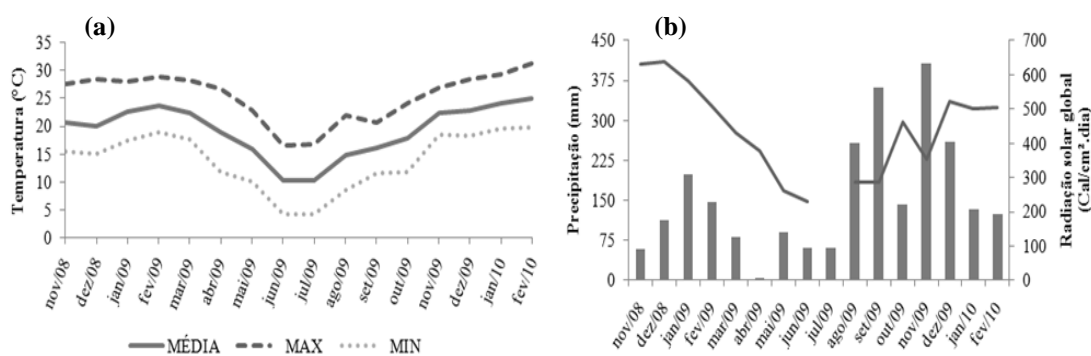


Figura 1. Dados meteorológicos durante o período experimental: (a) Temperatura (°C) média (MÉDIA), máxima (MAX) e mínima (MIN); (b) precipitação total mensal (mm, barras) e radiação solar global (Cal/cm².dia, linha). Fonte: Estação agrometeorológica da EEA/UFRGS.

2.3. Avaliações da estrutura do pasto e cálculo da OF

A estrutura da vegetação foi avaliada por amostragens realizadas no pasto em cada UE. Nos Verões 2009 e 2010 realizou-se uma amostragem para cada 200m² (grid de 10 x 20 m), enquanto na Primavera 2009 as amostragens foram aleatoriamente distribuídas até alcançar um mínimo de 50 pontos exclusivamente no estrato inferior dos pastos. As amostragens foram realizadas com auxílio de uma moldura de ferro de 0,5 x 0,5 m. Avaliou-se a MF e a ALT quando a moldura representava exclusivamente o estrato inferior. Para estimar a MF foi utilizada a técnica de dupla amostragem descrita por Wilm et al. (1944), enquanto que a ALT foi medida com auxílio de um bastão graduado segundo método proposto por Barthram (1985) em cinco toques por moldura. Quando a amostra dentro da moldura foi representada por touceira, registrou-se sua frequência de ocorrência (TOUC, %) com base na relação entre o número de ocorrências e o total de pontos amostrados.

Após os caminhamentos para estimativa da MF, ALT e TOUC, dez amostras de forragem foram cortadas acima do nível do mantilho, após estimativa visual da MF pelos avaliadores. A forragem cortada foi recolhida em sacos de papel, secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72h e pesadas em balança de precisão. Os pesos

das amostras foram utilizados para ajustar as estimativas visuais da MF em cada avaliação, utilizando regressão linear ($y = a + bx$) entre a MF atribuída pelo avaliador (x) e a MF colhida (y) na amostra. A seleção das equações a serem utilizadas baseou-se nos maiores coeficiente de determinação (R^2).

Para verificar se as OFs preconizadas foram alcançadas em cada época do ano, calculou-se a oferta de forragem real (OFR, % PV) conforme a seguinte equação:

$$OFR (\% PV) = \left(\frac{\frac{MF}{n} + TAC}{TL} \right) * 100$$

Onde: n = número de dias de cada período avaliado; TAC = taxa diária de acúmulo de MS, em $kgMS \cdot ha^{-1}$; e TL = taxa de lotação animal, em $kgPV \cdot ha^{-1}$. A TAC utilizada na equação foi estimada com o uso de quatro gaiolas de exclusão ao pastejo por UE conforme método proposto por Klingman et al. (1943).

2.4. Tempo de pastejo e deslocamento em pastejo

A observação do tempo de pastejo diário (TP, min) foi realizada em dois animais *testers* por UE nos dias 10 e 12/02/09 (Verão 2009), 19 e 21/11/09 (Primavera 2009) e 03 e 05/02/10 (Verão 2010). Em cada dia avaliou-se apenas as UEs do mesmo bloco experimental. Para estimar o TP foi utilizada uma técnica bioacústica proposta por Da Trindade et al. (CAPITULO II). Para captar o som foram confeccionados buçais que permitiram que um microfone fosse ajustado à frente do animal e que sustentasse um gravador digital de voz (Sony[®], ICD-P620) para gravar e armazenar os registros sonoros dos animais por 24h. Os buçais foram sempre colocados nos animais pela manhã e retirados na manhã do dia seguinte. Os registros foram posteriormente transferidos para um computador e convertidos no formato '.aif'. Para computar o TP, os registros foram analisados e as atividades de pastejo discriminadas com o auxílio do software Sound

Forge[®] v.9.

Na Primavera 2009 e Verão 2010 os animais *testers* foram equipados também com GPS de navegação (Etrex[®], Garmin[®]). Os aparelhos GPSs foram fixados no buçal e ajustados na parte superior do pescoço das novilhas com o intuito de captar o maior número de satélites e promover maior precisão dos registros obtidos. Os dados de trilha dos animais foram extraídos no software GPS Trackmaker PRO[®] v. 4.7 considerando-se apenas os períodos em que os animais encontravam-se em atividade de pastejo. O deslocamento diário em pastejo (D, m) correspondeu à soma de todo o percurso realizado pelos animais, e a taxa de deslocamento média diária (TD, m·min⁻¹) foi expressa pela razão entre D e TP.

2.5. Procura por forragem

Para responder às hipóteses relacionadas à procura por forragem foi proposto o modelo abaixo (Figura 2). O modelo sugere que a estrutura do pasto é caracterizada pela interação entre as principais variáveis estruturais afetando o comportamento dos animais: MF, ALT e TOUC. A estrutura do pasto, por sua vez, determina a alocação do tempo diário para a atividade de pastejo e a TD. O D é um indicador da procura por forragem no ambiente alimentar, sendo afetado pelo TP e pela TD.

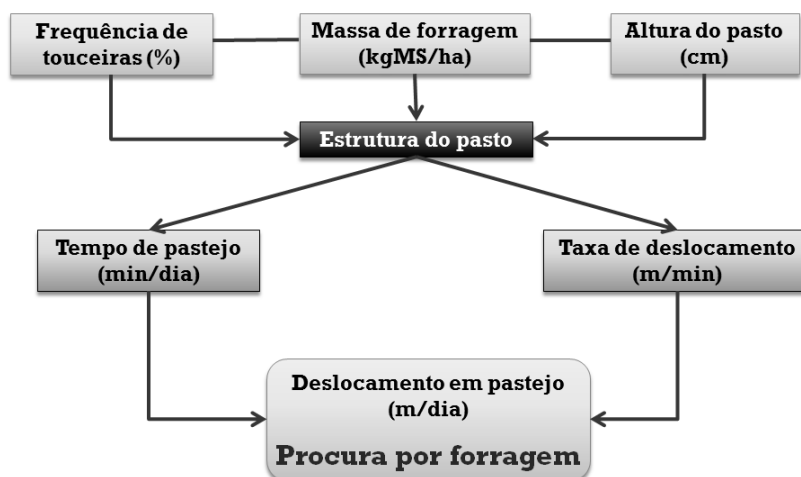


Figura 2. Modelo conceitual da procura por forragem de animais em pastejo, em função de características da estrutura do pasto.

2.6. Análise dos dados

Os valores de OF calculadas, ou seja, reais (OFR) e os valores das características do pasto avaliadas (MF, ALT e TOUC) foram analisados por meio de modelos de regressão linear e quadrática. O modelo de resposta da OFR foi gerado dos valores de OF preconizados, enquanto os demais modelos que verificam o efeito da OF sobre as características do pasto e sobre o tempo e deslocamento em pastejo foram gerados a partir de valores de OFR. Na sequência, foi realizada análise de regressão para avaliar as relações entre os descritores da estrutura do pasto (MF, ALT e TOUC) com as variáveis TP e TD e, por sua vez, as relações destas com as variações em D para Primavera 2009 e Verão 2010 testando modelos lineares e quadráticos. As análises de regressão foram realizadas utilizando-se o software SAS[®] v.9 por meio do procedimento REG, retirando-se o efeito de bloco e selecionando os modelos com melhores coeficientes de determinação (R^2), desde que os coeficientes de regressão fossem significativos em nível de 10% de significância.

Gráficos de contorno (“*contour plot*”) foram produzidos com o intuito de descrever de uma maneira tridimensional (MF, ALT e TOUC) as configurações de

estruturas de pasto apresentadas aos animais em cada época. Os gráficos de contorno também foram gerados com as variáveis MF, ALT e TP com o intuito de verificar padrões de TP frente às configurações estruturais. Os gráficos tridimensionais de contorno foram construídos utilizando-se a opção *Graph* do software JMP® v.9.

3. Resultados

3.1. Estrutura dos pastos e variáveis animais em relação à oferta de forragem

Os valores de OFR apresentaram relação significativa com os valores preconizados, resultando em um gradiente entre os níveis preconizados (Tabela 1), tal como desejado para testar as hipóteses deste trabalho. Os valores de OFR foram próximos aos preconizados, exceto na Primavera 2009, quando foram menores. As variáveis descritoras da estrutura dos pastos foram afetadas pela OF (Tabela 1). Ocorreu incremento nos valores de MF, ALT e TOUC quando a OF aumentou de 4% PV para 16% PV. Este fato confirmou a existência de gradientes entre os níveis de OF, criando contrastes de ambientes alimentares e possibilitando investigar o efeito da estrutura do pasto sobre as respostas animais, requisito também essencial para responder às hipóteses. Além dos contrastantes ambientes alimentares produzidos pelo manejo da OF, no Verão 2009 os valores de MF e ALT foram elevados comparativamente às demais épocas do ano. Nessa época, exceto as UEs do tratamento 4% PV, a MF e ALT foram superiores a 2 000 kg MS·ha⁻¹ e 9 cm, respectivamente.

Tabela 1. Oferta de forragem real e características estruturais dos pastos manejados com níveis de oferta de forragem (% PV) em pastagem natural do Bioma Pampa.

Características do pasto	Oferta de forragem (% PV)				Modelo	Valor <i>P</i>	<i>R</i> ²	EPM
	4	8	12	16				
Verão 2009								
OFR (% PV)	4,2	9,2	11,9	16,0	OFR=0,8+0,9OF	0,0014	0,90	0,15
MF (kgMS·ha ⁻¹)	955	2184	2453	2842	MF=568,7+149,2OFR	0,0016	0,88	24,2
ALT (cm)	4,6	11,1	13,5	16,1	ALT=1,5+0,95OFR	0,0007	0,92	0,13
TOUC (%)	1,0	19,0	29,5	35,5	TOUC=-7,7+2,7OFR	0,0009	0,91	0,38
Primavera 2009								
OFR (% PV)	2,5	4,4	9,1	10,5	OFR=-0,6+0,7OF	0,0004	0,94	0,08
MF (kgMS·ha ⁻¹)	415	861	1278	1723	MF=190,9+132,3OFR	0,0214	0,69	40,0
ALT (cm)	4,9	6,3	8,8	10,4	ALT=3,6+0,6OFR	0,0037	0,88	0,12
TOUC (%)	1,0	19,1	28,4	37,0	TOUC=-4,2+3,8OFR	0,0021	0,88	0,65
Verão 2010								
OFR (% PV)	3,2	6,1	12,3	15,2	OFR=-1,3+1,1OF	0,0004	0,93	0,13
MF (kgMS·ha ⁻¹)	564	1034	1860	1990	MF=298,5+115,8OFR	0,0011	0,90	17,23
ALT (cm)	5,9	8,9	12,3	14,8	ALT=4,0+0,7OFR	< 0,0001	0,97	0,06
TOUC (%)	1,0	19,1	28,4	37,0	TOUC=-2,8+2,6OFR	0,0048	0,88	0,44

OFR = oferta de forragem real; MF = massa de forragem; ALT = altura do pasto; TOUC = frequência de touceiras

Diferentemente do padrão de resposta constatado para as variáveis do pasto, as variáveis estudadas de comportamento das novilhas não foram alteradas pelos níveis de OF, exceto na Primavera 2009 (Tabela 2). Nessa época, o tempo dedicado ao pastejo pelos animais do tratamento 4% PV representou 43% do dia, enquanto na média dos demais tratamentos essa atividade representou apenas 32%. Além disso, os modelos quadráticos predizem que os menores valores de TP, TD e D foram alcançados quando a OF na Primavera 2009 apresentou valores 7,2%, 6,7% e 7,1% PV, respectivamente. Nos Verões 2009 e 2010, o TP no tratamento 4% PV representou 45% do tempo diário, enquanto nos demais tratamentos esse valor foi na média 41%.

Tabela 2. Variáveis do comportamento de novilhas de corte em pastagem natural do Bioma Pampa manejada com níveis de oferta de forragem (% PV).

Variáveis do comportamento	Oferta de forragem (% PV)				Modelo	Valor <i>P</i>	<i>R</i> ²	EPM
	4	8	12	16				
Verão 2009								
TP (min·dia ⁻¹)	624	534	626	597	TP=598,4-0,31OFR	0,9583	0,02	4,13
Primavera 2009								
TP (min·dia ⁻¹)	619	455	446	487	TP=846-121,5OFR+8,4OFR ²	0,0393	0,79	2,81
TD (m·min ⁻¹)	6,5	5,4	5,9	6,0	TD=11,1-0,8OFR+0,06OFR ²	0,0635	0,93	0,023
D (m·dia ⁻¹)	4031	2475	2638	2922	D=7742-1165OFR+81OFR ²	0,0159	0,89	20,28
Verão 2010								
TP (min·dia ⁻¹)	670	642	592	582	TP=692,2-7,7OFR	0,1158	0,63	4,05
TD (m·min ⁻¹)	4,2	4,0	3,8	4,5	TD=4,2-0,008OFR	0,8795	0,30	0,0492
D (m·dia ⁻¹)	2807	2607	2257	2570	D=2922-39,4OFR	0,3277	0,19	36,31

TP = tempo de pastejo; TD = taxa de deslocamento médio diária em pastejo; D = deslocamento diário em pastejo; OFR = oferta de forragem real

3.2. Modelo de procura por forragem

Na Primavera 2009 e Verão 2010 verificou-se que as variações na estrutura do pasto não provocaram efeito sobre a TD ($P > 0,10$), mas afetaram o TP (Figura 3a,c). Nas duas épocas o TP diminuiu com o incremento da MF. Na Primavera 2009 o coeficiente de determinação do efeito da MF sobre o TP foi menor, mas o do efeito das touceiras foi elevado ($R^2 = 0,98$). Verificou-se que esse modelo foi quadrático na Primavera 2009, sendo que os menores valores de TP estiveram associados com uma ocorrência de touceiras entre 15 e 33% (Figura 3b).

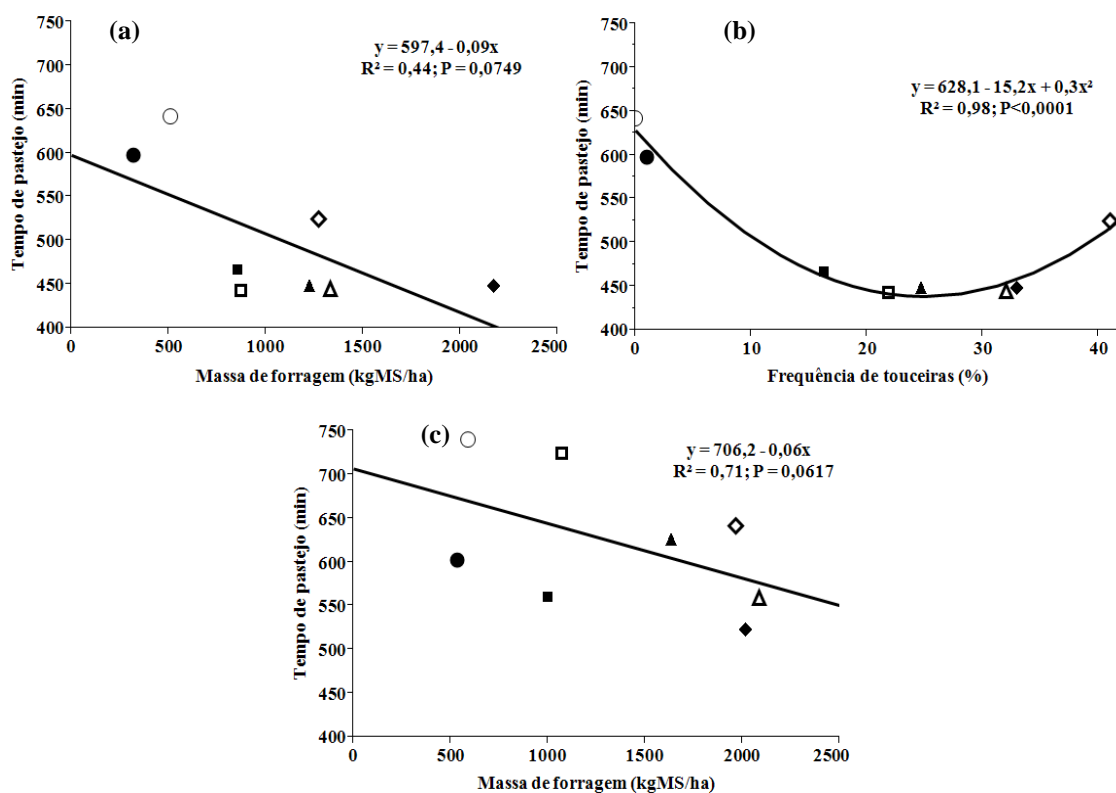


Figura 3. Regressões da massa de forragem ($\text{kgMS} \cdot \text{ha}^{-1}$) e frequência de touceiras (%) com o tempo de pastejo diário (min) de novilhas de corte em pastagem natural do Bioma Pampa manejada com níveis de oferta de forragem (% PV). a) e b) Primavera 2009, c) Verão 2010. Legenda dos pontos corresponde aos tratamentos: 4% PV = ● (bloco 1), ○ (b2); 8% PV = ■ (b1), □ (b2); 12% PV = ▲ (b1), △ (b2); 16% PV = ◆ (b1), ◇ (b2).

O D foi afetado pela TD e pelo TP, ocorrendo regressões significativas com as duas variáveis, tanto na Primavera 2009 como no Verão 2010 (Figura 4). Na Primavera 2009, o aumento de 1m/min na TD significou um incremento de 548 m em D, enquanto o aumento de 1 min em TP representou um incremento de 7,2 m no D. Já no Verão 2010 ajustou-se um modelo quadrático significativo quando se avaliou o efeito da TD sobre D, mostrando um incremento em D até valores de TD de aproximadamente 5 $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$. Na mesma época, o aumento de 1 min em TP resultou na metade do incremento que a mesma relação apresentou na Primavera 2009, com o valor de 3,6 m. Em geral, na Primavera 2009 os valores de TD e D foram elevados e os TP foram

menores numericamente quando comparados ao Verão 2010.

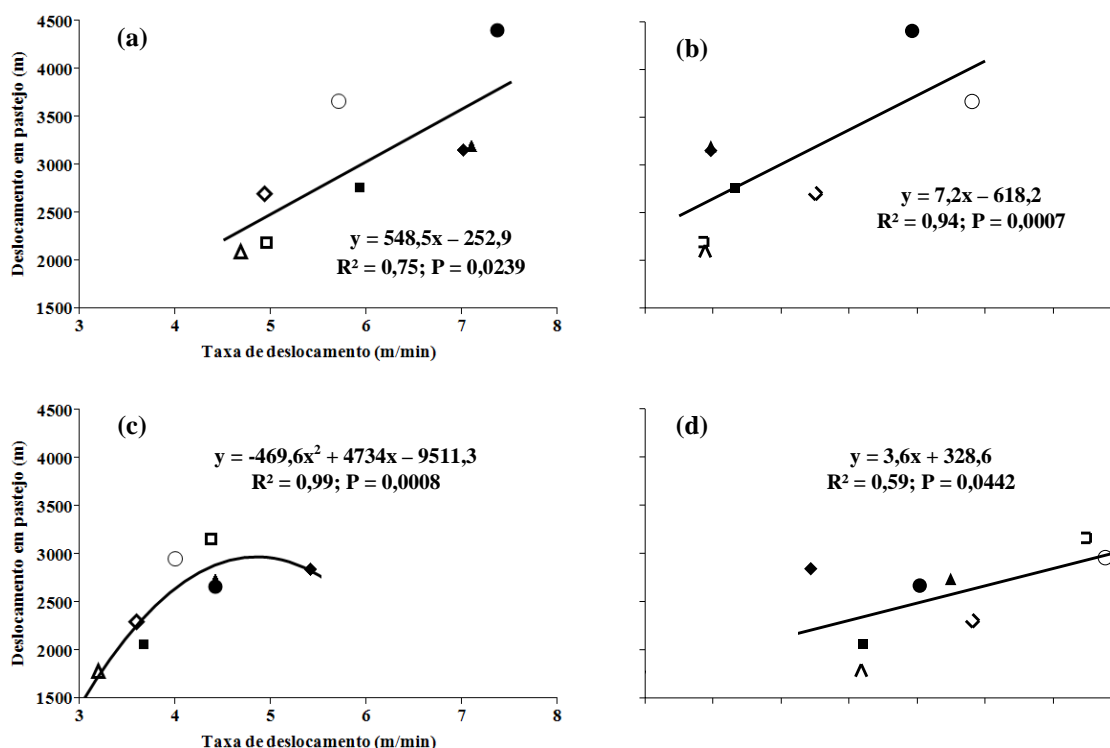


Figura 4. Análise de regressão das variáveis taxa de deslocamento diário ($\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$) e tempo de pastejo diário ($\text{min}\cdot\text{dia}^{-1}$) com o deslocamento diário (m) de novilhas de corte em pastagem natural do Bioma Pampa manejada com níveis de oferta de forragem (% PV). a) e b) Primavera 2009; c) e d) Verão 2010. Legenda dos pontos dos pontos corresponde aos tratamentos: 4% PV = ● (bloco 1), ○ (b2); 8% PV = ■ (b1), □ (b2); 12% PV = ▲ (b1), △ (b2); 16% PV = ◆ (b1), ◇ (b2).

3.3. Análise tridimensional: configuração estrutural do pasto e o tempo de pastejo

Independentemente da época do ano e dos níveis de OF preconizados, constatou-se que o incremento em MF está associado com aumento da ALT e da TOUC (Figura 5). Apesar de não ter havido modificações importantes nos valores de TOUC entre as épocas do ano, para MF e ALT verificou-se o contrário, pois estas variaram consideravelmente, criando configurações estruturais de pastos distintas entre tratamentos e UEs de mesma OF. As OFs 4 e 8% PV apresentaram valores de MF, ALT e TOUC semelhantes entre as UEs, e mesmo entre épocas do ano, enquanto nas OFs

mais elevadas, 12 e 16% PV, ocorreram maiores variações.

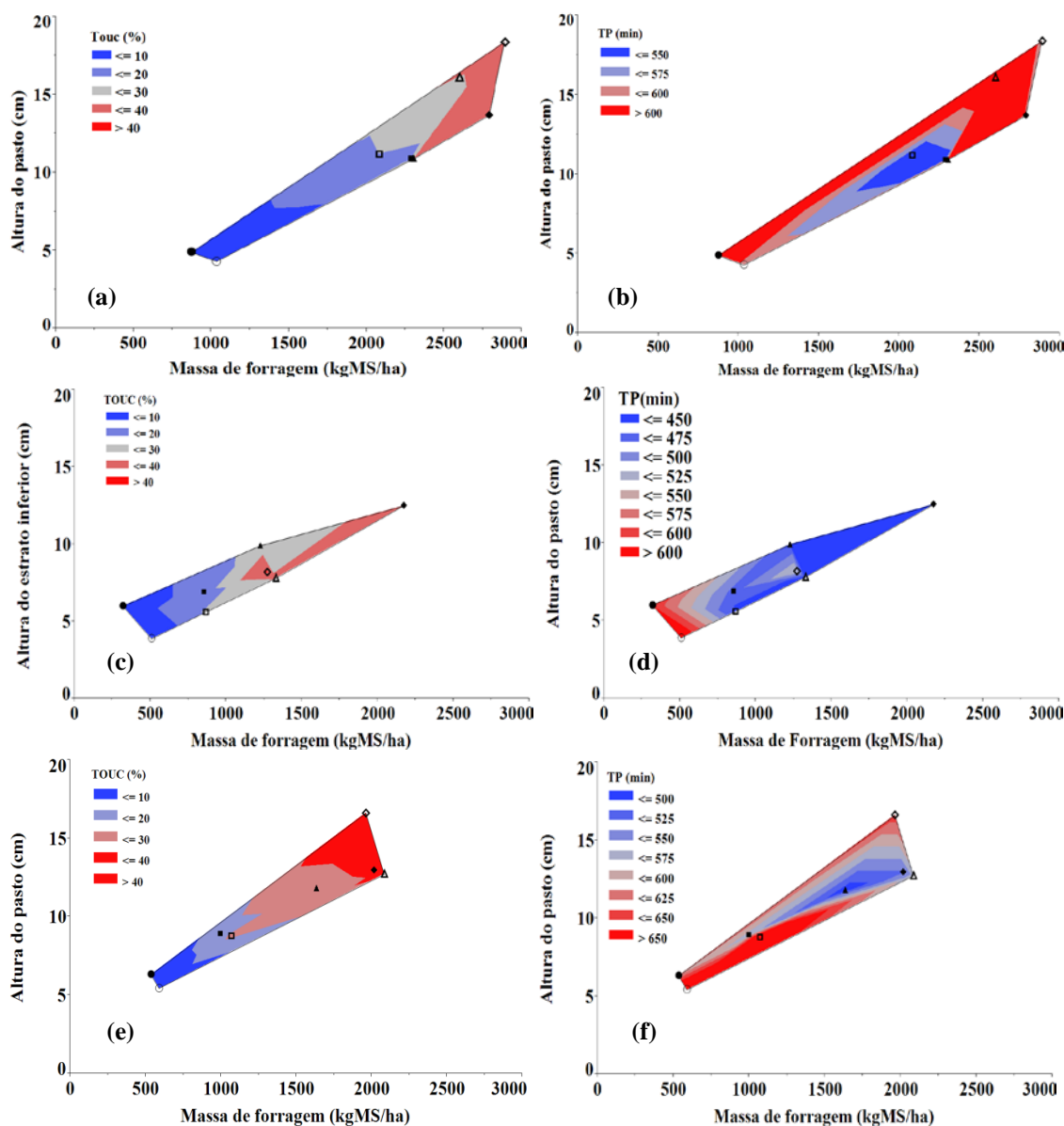


Figura 5. Relações tridimensionais entre a massa de forragem (MF, $\text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$), altura do pasto (ALT, cm) e frequência de touceiras (%) e entre MF, ALT e tempo de pastejo diário (min) de novilhas em pastagem natural do Bioma Pampa manejada com níveis de oferta de forragem (% PV). a) e b) Verão 2009, c) e d) Primavera 2009, e) e f) Verão 2010. Legenda dos pontos corresponde aos tratamentos: 4% PV = ● (bloco 1), ○ (b2); 8% PV = ■ (b1), □ (b2); 12% PV = ▲ (b1), △ (b2); 16% PV = ◆ (b1), ◇ (b2).

No Verão 2009 o menor TP ($\leq 550 \text{ min}\cdot\text{dia}^{-1}$) ocorreu quando a MF esteve entre 1 600 e 2 400 $\text{kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}$ e ALT entre 8 e 13 cm (Figura 5b). Nessa época, as UEs da OF 8% PV e uma UE da OF 12% PV apresentaram as condições que propiciaram os

menores valores de TP. Na Primavera 2009 os menores valores de TP ($\leq 450 \text{ min}\cdot\text{dia}^{-1}$) ocorreram quando a MF esteve entre 1 200 e 2 200 kg MS/ha e ALT entre 8 e 13 cm (Figura 5d), sendo que tais condições foram constatadas nas UEs do tratamento 12% PV e uma do tratamento 16% PV. Já no Verão 2010 os menores valores no TP ($\leq 500 \text{ min}\cdot\text{dia}^{-1}$) foram observados com MF entre 1 500 e 2 000 kgMS $\cdot\text{ha}^{-1}$ e ALT entre 10 e 13 cm (Figura 5f), constatados em uma UE da OF 12% PV e uma da OF 16% PV. Em resumo, os gráficos da Figura 5 mostram que elevados valores de TP estiveram sempre associados com baixas MF e ALT. Contudo, quando se analisa todos os gráficos de forma conjunta, também se constata elevado TP quando os valores de MF, ALT e TOUC foram superiores a 2 200 kgMS $\cdot\text{ha}^{-1}$, 13 cm e 30%, respectivamente.

4. Discussão

4.1. *Estrutura dos pastos e variáveis animais em relação à OF*

O presente trabalho alcançou as condições necessárias para avaliar as hipóteses postuladas, uma vez que foram criados os gradientes de OF (variável controle) e de estruturas de pasto (variáveis respostas) necessários para alcançar os contrastes almejados. Neste artigo analisou-se o efeito da OF e de variáveis descritoras da estrutura do pasto (MF, ALT e TOUC) sobre aspectos do comportamento em pastejo de novilhas de corte em pastagem natural. O foco está em identificar padrões de comportamento e deslocamento em resposta à abundância de alimento disponível por animal e à estrutura do pasto, sendo que as respostas obtidas possam configurar-se em metas de manejo do pastejo, além de convergirem em *insights* que contribuam para melhor entender as estratégias dos animais em pastejo, sempre na tentativa de oportunizar e construir ambientes pastoris a partir dessa compreensão (Carvalho, 2005).

As variáveis da estrutura do pasto analisadas apresentaram relações lineares significativas com a OF. Constatou-se relação entre OF com tempo dedicado ao pastejo e padrão de deslocamento dos animais apenas na Primavera 2009, quando ocorreram condições de pasto e de oferta mais restritivas. Nessa época do ano os valores obtidos de OF foram abaixo dos valores preconizados, e a MF e ALT dos pastos foram inferiores a $1\ 800\ \text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$ e 11 cm em todas as UEs, respectivamente. Em geral, a primavera é uma época de elevado crescimento dos pastos e o momento em que ocorre o melhor desempenho animal. No entanto, na Primavera 2009 ocorreu elevada precipitação associada a baixos valores de radiação solar global (Figura 1), o que pode ter comprometido o crescimento do pasto e determinado as condições de OF e de pasto apresentadas.

Em experimentos como este, que utilizam a OF como única variável controle, no período em que as taxas de acúmulo de MS são elevadas e crescentes (entre meados de primavera e final do verão), a MF aumenta com o tempo, coincidindo com o período de maior desempenho animal (Maraschin e Jacques, 1993). Segundo Heringer e Carvalho (2002), à medida que se avança para o outono as taxas de acúmulo diminuem e, por consequência, a MF também, o que faz haver um confundimento entre os efeitos advindos da OF (controlada) e da estrutura do pasto (variável). Isso também se repercute nos valores obtidos de OF nos quais as diferenças entre os valores preconizados (OF) e observados (OFR) estão associadas às variações na taxa de acúmulo de MS e na dificuldade de alcançar os níveis preconizados, principalmente em épocas de restrição ao crescimento vegetal. Conforme Hodgson (1984), o consumo de forragem é maximizado quando o nível de OF corresponde a três a quatro vezes a capacidade de ingestão dos animais que, no caso das pastagens naturais do Bioma

Pampa, significa, em média, uma MF acima de 1 700 kgMS·ha⁻¹ (Neves et al., 2009) e valores de ALT acima de 11 cm (Gonçalves et al., 2009b). Contudo, as touceiras permaneceram com valores estáveis entre as épocas do ano, indicando um equilíbrio em relação ao estrato inferior.

Apesar de condições tão distintas de disponibilidade de forragem, a OF pode, em algumas épocas do ano, não ter tanta importância nas respostas observadas dos animais, como observado nos verões 2009 e 2010. Nesse contexto, variáveis que caracterizam a forma como os recursos alimentares são apresentados aos animais pode ter considerável importância na compreensão das repostas em ambientes pastoris. Pinto et al. (2007) não encontraram correlação entre o TP de novilhos e a OF na mesma pastagem natural utilizada no presente trabalho. No entanto, quando se relacionou com a ALT, o TP aumentou 67 minutos para cada centímetro de decréscimo na altura. Altas correlações entre a estrutura do pasto e variáveis de comportamento ingestivo e deslocamento também foram observadas por Gonçalves et al. (2009a,b) e Bremm (2010). Portanto, os indícios confirmam que não somente a OF, mas também a forma como a forragem está apresentada aos animais afeta suas estratégias em pastejo.

4.2. Modelo de procura por forragem

Os herbívoros para alimentarem-se necessitam dedicar uma considerável parte do tempo diário ao pastejo, sendo que esse tempo engloba, além dos processos envolvidos na colheita (Carvalho et al., 2001), um gasto energético importante na procura por alimento na área (Di Marco e Aello, 2001). A observação desses fatores em ambientes pastoris pode indicar condições de pasto que tornem mais ou menos eficiente o uso do tempo na alimentação e no balanço energético (colheita = ganho, procura = perda). O pastejo é um processo de elevada complexidade que envolve características do

herbívoro e do alimento presente em seu ambiente (Prache et al., 1998). O presente trabalho procurou modelar primeiramente o efeito das principais características estruturais do pasto (MF, ALT e TOUC) consideradas importantes (Pinto et al., 2007; Neves et al., 2009; Mezzalana, 2009) e que possivelmente afetam o TP e a TD numa escala temporal diária e espacial de piquete (UE).

O TP das novilhas foi afetado pela MF nas duas épocas avaliadas, e pela TOUC somente na Primavera 2009. Na Primavera 2009, uma diminuição na MF de 500 kgMS·ha⁻¹ significou o aumento de 45 minutos dedicados ao pastejo, enquanto no Verão 2010 a mesma diminuição em MF correspondeu no aumento de 30 minutos. Portanto, os resultados indicam que a MF parece também configurar-se como importante fator condicionante do tempo gasto em pastejo, mesmo em ambientes pastoris tão complexos como as pastagens naturais do Bioma Pampa.

Sob o contexto de que os herbívoros interagem com seu ambiente alimentar, habilidades cognitivas dos animais relacionadas à percepção, discriminação, aprendizado e memória são importantes em suas adaptações ao ambiente explorado (Roguet et al., 1998) e no desenvolvimento de estratégias de pastejo (Gordon e Lascano, 1993). Pesquisas demonstram que os herbívoros não pastejam aleatoriamente, mostrando preferências parciais por itens e locais da pastagem (Gibb, 2006). Na tentativa de aumentar a quantidade de alimento disponível por animal via aumento em OF, alguns complicadores do processo de pastejo podem surgir no pasto, como as touceiras, e trazer maior complexidade no entendimento das respostas animais em ambientes pastoris naturais. O aparecimento de touceiras ocasiona importante redução na superfície do estrato frequentemente desfolhado (Neves et al., 2009) e, dependendo do nível de ocorrência, pode-se configurar como um complicador físico e nutricional ao

pastejo (Gordon, 2000; Bremm, 2010). Se os animais preferem selecionar uma dieta mais que pastejar aleatoriamente isso significa que, sob condições onde os componentes preferenciais encontram-se em menor abundância e dispostos em mosaicos que alternam itens não preferidos haveria a necessidade de aumentar a atividade de procura por alimento durante o pastejo (Gibb, 2006). O presente estudo verificou uma estreita relação entre TOUC e TP na Primavera 2009. Nessa época, os menores valores de TP (aproximadamente 450 min) estiveram associados com TOUC entre 20 e 30%, sendo que valores abaixo ou acima dessa amplitude resultaram em aumento do TP. Na Primavera 2009 a abundância de alimento foi comprometida, e mesmo nos tratamentos de maior OF, com elevada TOUC (>35%), a procura por alimento pode-se tornar mais onerosa para os animais, uma vez que aumentaram o TP, a TD e o D (Tabela 2) na tentativa de aumentar a taxa de encontro com bocados potenciais (Carvalho et al., 1999) para manter níveis satisfatórios de consumo de forragem (CAPÍTULO V).

Uma das principais estratégias adotadas pelos herbívoros em pastejo é a modulação na velocidade de deslocamento em resposta à abundância do recurso forrageiro (Shiple et al., 1996; Etzenhouser et al., 1998). A hipótese geral em ecologia do forrageamento é que os animais, a fim de aumentar a eficiência, aumentam a tortuosidade do deslocamento e diminuem a velocidade de movimento quando ocorre aumento na densidade de recursos (Viswanathan et al., 1999; Bartumeus et al., 2005; Mezzalana, 2009; Bremm, 2010). A TD, que representa uma taxa média diária, não foi afetada pelas características do pasto estudadas. Isso não significa necessariamente que os animais não respondam com variações em TD frente às modificações na estrutura do pasto encontrada durante o pastejo, pois essas constatações provavelmente ocorram com maior frequência em contextos de menor escala comparativamente a este estudo,

repercutindo a partir daí cada escolha sensível no nível de bocados e estações alimentares (Griffiths et al., 2003).

O modelo proposto prevê que a procura por forragem durante o pastejo, representada pelo D, seja afetada por variações em TD e TP. Constatou-se que o aumento na TD e TP resultou no incremento em D, variando entre 1,7 e 4,4 km-dia⁻¹, ou seja, com diferenças maiores do que 100% entre os contrastantes ambientes alimentares, podendo ser impactantes sobre o gasto energético associado ao pastejo (Ribeiro et al., 1977; Di Marco e Aello, 2001) e penalizando o desempenho dos animais. A energia requerida para colher a forragem é insignificante parte dos requerimentos dos animais (Stobbs, 1975), mas o custo energético das atividades associadas ao pastejo (e.g. procura, seleção, manipulação) tem sido estimado entre 25-50% dos requerimentos diários de energia (Osuji, 1974). Portanto, condições de alimentação que promovam a minimização ou modificação das atividades em pastejo poderiam diminuir os gastos energéticos associados (Krysl e Hess, 1993). As evidências constatadas no modelo sugerem que a procura por forragem, representada pelo D, seja afetada de modo indireto pela estrutura do pasto por afetar, conseqüentemente, o TP. Assim, tal fato significa que as condições que proporcionam elevado tempo gasto em pastejo estão associadas com deslocamentos diários durante o pastejo também elevados. Na OF 4% PV, de baixa OF, MF e ALT, foram observados animais se deslocando com maiores TD e D.

Vale ressaltar as variações no padrão de deslocamento ocorridas entre as épocas do ano, no caso Primavera 2009 e Verão 2010. Diante de alterações na estrutura do pasto e na abundância de forragem os animais tomam inúmeras decisões comportamentais a fim de garantir seu sucesso em pastejo. A Primavera 2009, época que houve restrição alimentar, foi quando os animais expressaram elevada TD e D em

comparação ao ocorrido no Verão 2010. Knegt et al. (2007) observaram, em cabras, que a tortuosidade dos deslocamentos aumentou com o incremento na densidade de recurso forrageiro. Na situação de alta densidade, as cabras exibiram movimentos altamente tortuosos, resultando em menor deslocamento líquido. Ao fazer isso, os animais pastejam em uma área com maior abundância de alimentos e/ou de melhor valor nutritivo e assim têm um menor deslocamento líquido. Com isso diminuem a chance de sair da zona de alta densidade de recursos, aumentando a utilização dos mesmos (Kareiva e Odell, 1987; Turchin, 1991; Focardi et al., 1996; Bartumeus et al., 2005; Knegt et al., 2007). Por outro lado, quando estes se tornam escassos (e.g. Primavera 2009), os deslocamentos podem se tornar mais lineares (Mezzalana, 2009) e rápidos. Nessa condição, esse padrão de movimentação se torna mais eficiente do que os altamente tortuosos na medida em que minimiza as chances de visitar um local já visitado e aumenta a chance de encontrar novos recursos (Turchin, 1991; Crist et al., 1992; McIntyre e Wiens, 1999; Viswanathan et al., 1999; With et al., 1999; Zollner e Lima, 1999; Bartumeus et al., 2005; Knegt et al., 2007). Contudo, as estratégias compensatórias têm limites, sendo que na maioria dos casos não estão associadas à sucesso e podem implicar em balanço energético (colheita vs. procura e encontro) pouco favorável.

4.3. Análise tridimensional: configuração estrutural do pasto e o tempo de pastejo

O tempo que os animais dedicam ao pastejo configura-se como um indicador da qualidade do ambiente alimentar (Carvalho, 2005) por estar relacionado com a taxa de ingestão e o consumo diário de forragem, e pode ser afetado pela extensão da atividade de ruminação (relacionada à característica da dieta) e outras atividades (relacionadas

com o status nutricional e social, por exemplo) (Hodgson et al., 1997). Os resultados deste trabalho indicam que o TP é uma variável importante tanto por ser afetado por variações em OF, constatado na época que ocorreu maior restrição alimentar (Primavera 2009), como em estrutura do pasto, como por esta afetar diretamente o D.

Quando a forragem é abundante e de elevado valor nutritivo, em geral o tempo diário que os herbívoros domésticos gastam com a atividade de pastejo é reduzido (Hodgson, 1990). O inverso desse contexto promove declínio na taxa de consumo, gerando a necessidade de incremento no TP para suprir os requerimentos nutricionais dos animais (Carvalho et al., 2001). Contudo, sob as condições do presente estudo, seria limitado identificar efeitos isolados de descritores da estrutura do pasto sobre o TP. Isto porque variáveis do pasto são, em geral, altamente correlacionadas, mesmo em pastagens naturais (Demment e Laca, 1993), e estão em constante modificação ao longo das épocas do ano, como constatado ao longo do experimento. Os resultados apontaram que há indícios de que a análise integrada das variáveis estruturais do pasto possa ser o melhor caminho para compreender as respostas animais e propor metas de manejo para as pastagens naturais complexas, como as encontradas no Bioma Pampa. Isso conduz ao conceito de que algumas características estruturais podem ser combinadas em uma forma integrada para compreender as decisões de forrageamento dos ruminantes em pastejo (Tharmaraj et al., 2003). Para experimentar essa abordagem, os gráficos de contorno gerados favorecem uma visão mais integrada dos fatores da estrutura do pasto afetando o TP que, por sua vez, proporcionou identificação de padrões de resposta dos animais a diferentes configurações de estrutura afetando suas decisões e estratégias de pastejo.

Os gráficos da Figura 5 caracterizam a estrutura do pasto de forma a integrar as

variáveis descritoras da estrutura, e demonstraram que estas afetam o TP das novilhas. Contudo, a resposta dos animais revela um padrão similar em todas as épocas que é, no mínimo, interessante sob condições tão heterogêneas e complexas de ambiente alimentar. As pastagens do Bioma Pampa são caracterizadas por uma estrutura de pasto de duplo estrato, no qual se mesclam locais com estratos frequentemente pastejados, estrato inferior, e locais com estrato pouco pastejados, as touceiras. A TOUC incrementa com o nível de OF e está intimamente associada com a MF e ALT no estrato inferior. Soares et al. (2005) e Pinto et al. (2007) sugeriram relacionar as variáveis animais às características do estrato inferior. Os resultados deste estudo demonstraram que, independentemente do nível preconizado de OF e das épocas do ano avaliadas, os menores valores de TP sempre estiveram associadas à estruturas de pasto que apresentaram MF entre 1 400 e 2 200 kgMS·ha⁻¹ e ALT entre 8 e 13 cm, sendo que os níveis de TOUC, sob essa configuração estrutural, não ultrapassaram os 35%. Quando não apresentando essa configuração estrutural, os gráficos da Figura 5 apontam que a estratégia utilizada pelos animais foi incrementar o TP. Na Primavera 2009, época em que mesmo os pastos de elevada OF apresentavam condições restritas para alimentação das novilhas, verificou-se os mecanismos de compensação nos tratamentos de menor OF e estruturas de pasto limitantes, por meio de maior TP. Assim, diante das respostas em TP, percebe-se que as modificações na estrutura do pasto estabelecem novos equilíbrios na relação planta-animal a cada momento.

Com enfoque no estrato preferido pelos animais, Gonçalves et al. (2009a,b) elaboraram um protocolo reducionista e mimetizaram as alturas do estrato inferior em uma pastagem natural similar à deste experimento, conduzidas em níveis decrescentes de intensidade de pastejo. Os autores constataram que os padrões de ingestão e

deslocamento de bovinos em pastagem natural são alterados com os níveis de altura do estrato inferior do pasto. Os autores verificaram que a taxa de ingestão de MS por bovinos foi maximizada quando o pasto apresentou 11.4 cm de ALT, o que correspondeu a uma MF em torno de 2 300 kgMS·ha⁻¹. Surpreendentemente, as conclusões do trabalho de Gonçalves et al. (2009b), acerca das condições ótimas para o consumo de forragem, são semelhantes às condições que promoveram menor TP no presente trabalho, sendo constatadas numa escala de tempo, espaço e heterogeneidade distinta. Se as suposições de Gonçalves et al. (2009b) acerca da condição ótima de ingestão são válidas na escala estudada, tal configuração estrutural apresentada neste trabalho pode estar relacionada com os animais adquirindo mais rapidamente seus requerimentos nutricionais e com o melhor balanço energético associado ao pastejo, já que baixo TP significou baixo D. Além disso, os achados deste trabalho corroboram a importância dos protocolos que reproduzem em escalas menores (e.g. bocado, massa do bocado, taxa de ingestão de matéria seca, refeição) (Gonçalves et al., 2009a,b; Bremm, 2010) as situações encontradas em escalas maiores (e.g. TP, consumo diário de matéria seca) e que afetam o comportamento e consumo, mesmo em ambientes tão complexos como as pastagens naturais.

O TP diminuiu com o incremento na abundância de forragem, contudo o TP pode ser elevado mesmo em condições de abundância de alimento, como constatado nos dois verões estudados, particularmente no Verão 2009. Em pastagens naturais do Bioma Pampa, o aumento no TP pode ser explicado por alguns complicadores da estrutura do pasto que emergem quando o manejo é conduzido com baixa intensidade de pastejo (e.g. alta OF). O processo de pastejo pode ser limitado sob tais condições uma vez que a forragem torna-se demasiadamente dispersa no topo do dossel e, em virtude disso,

maior será o tempo destinado à mastigação e manipulação dos bocados (Tharmaraj et al., 2003; Gonçalves et al., 2009b), implicando em maior tempo por bocado. Esse mesmo complicador relacionado à dispersão da forragem pode até mesmo repercutir na queda da massa do bocado em resposta à diminuição na densidade volumétrica de MS (Gonçalves et al., 2009b), apesar dos bovinos se valerem da capacidade de ampliar a área do bocado por meio dos movimentos de língua (Demment e Laca, 1993). Mesmo em escalas maiores (temporal e espacial), como as do presente trabalho, esses efeitos, normalmente constatados em protocolos reducionistas (e.g. Gonçalves et al., 2009a,b; Bremm, 2010), podem também contribuir nas decisões do animal no gerenciamento do tempo dedicado a atividade diária de pastejo, implicando no uso desse tempo com maior ou menor eficiência conforme as condições encontradas de alimentação.

A ocorrência de espécies formadoras de touceiras é uma característica presente em pastagens naturais do Bioma Pampa quando manejadas sob baixa intensidade de pastejo (Côrrea e Maraschin, 1994). Nessas condições, os herbívoros concentram o pastejo em determinadas áreas preferenciais (Bos, 2002) e oportunizam o sucesso de espécies formadoras de touceiras em locais de menor frequência de desfolhação (Stuth, 1991; Cid e Brizuela, 1998; Hester e Baille, 1998; Hester et al., 1999, Oom et al., 2008), gerando a formação de mosaicos que podem atuar outro agente complicador do processo de pastejo (Gordon, 2000). Mezzalira (2009) trabalhando na mesma área experimental do presente estudo, constatou aumento na seletividade de estações alimentares até 14% PV de OF, ponto a partir do qual houve diminuição na seletividade que, segundo o autor, foi em detrimento do elevado nível de TOUC. Esse nível de OF significou mais de 30% de TOUC. No presente trabalho, constatou-se incremento no TP ($> 600\text{min}\cdot\text{dia}^{-1}$) quando os pastos apresentavam esse nível de TOUC nos dois verões

avaliados.

Mezzalira (2009) também desmembrou o TP e estimou os tempos relacionados aos processos de colheita e procura, constatando que a diminuição no tempo de colheita foi superior ao incremento no tempo dedicado à procura. Esta interação levou à inflexão no TP a partir da OF de 14% PV, de forma análoga ao verificado neste estudo. Isso demonstra que esse efeito pode estar associado ao aumento da frequência de touceiras, que se aproximou de 40% nas maiores ofertas. Ou seja, o animal priorizaria a colheita em relação à procura quando o ambiente alimentar torna-se hostil para seletividade, na medida em que a elevação da OF faça com que os *patches* preferidos passem a se intercalar com uma frequência cada vez maior com *patches* não preferidos. Além disso, pode haver incremento na TD e D em resposta aos níveis encontrados de OF e estruturas de pasto complicadoras dos processos envolvidos no pastejo, como constatados na Primavera 2009. Bremm (2010) construiu as condições para estudar o efeito do nível de TOUC sobre a ingestão de forragem num protocolo de menor escala em pastagem natural do Bioma Pampa, tal qual Gonçalves et al (2009a,b). A autora constatou que os bovinos rejeitaram as touceiras e, ademais, a taxa de ingestão de MS foi substancialmente reduzida quando a ocorrência de touceiras foi superior a 34%, sugerindo que as respostas animais vão de encontro com a tendência de incremento no TP sob níveis acentuados de TOUC.

5. Implicações

As relações apresentadas aqui descreveram o padrão de TP e de deslocamento de bovinos em uma pastagem natural do Bioma Pampa sob níveis crescentes de OF. Os diferentes níveis de OF determinaram um gradiente de estrutura do pasto. Além disso,

as diferentes épocas do ano revelaram distintas configurações da estrutura do pasto, revelando que o manejo da intensidade de pastejo por meio do ajuste na OF não controla a estrutura do pasto. Esses achados possibilitaram investigar os efeitos não somente da OF, mas também da estrutura do pasto sobre o comportamento dos animais em ambientes contrastes e produzidos pelo manejo do pastejo empregado. As condições que determinaram os menores TP e D estiveram associadas com aumento na abundância de alimento. Contudo, o incremento excessivo da OF e o não controle da estrutura do pasto conduzem a emergência de complicadores do processo de pastejo, como a diminuição na densidade volumétrica de MS no horizonte pastejável, elevada frequência de touceiras e diminuição de locais com estrato inferior. Esse trabalho demonstrou a importância da estrutura do pasto ao constatar que, independentemente do nível preconizado de OF e da época do ano avaliada, os menores valores de TP sempre estiveram associados a estruturas de pasto que apresentaram MF entre 1 400 e 2 200 $\text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$ e ALT entre 8 e 13 cm, sendo que os níveis de TOUC, sob essa configuração estrutural, não ultrapassou os 35%. Abaixo ou acima dessa amplitude de condições, houve penalização do TP e padrão de deslocamento das novilhas, reforçando as observações de Da Silva e Carvalho (2005), segundo as quais as pastagens necessitam cuidadoso controle de sua estrutura. Portanto, há indícios de que o melhor entendimento das relações de causa-efeito entre a estrutura do pasto e o comportamento do animal em pastejo demonstra a possibilidade de incrementar o desempenho de herbívoros domésticos no Bioma Pampa, com importantes consequências econômicas e provavelmente ecológicas.

Por fim, constatou-se que o processo de pastejo dos bovinos reproduziu de forma análoga as respostas obtidas em experimentos que investigam os processos de colheita e

busca por alimento nas menores escalas de decisão do pastejo (e.g. bocado, refeição, estação alimentar). Esse é um resultado importante para os que investigam relações planta-animal em ambientes pastoris no Bioma Pampa em virtude da elevada heterogeneidade característica desses ambientes. Contudo, os impactos dos fatores que afetam o processo de aquisição de forragem e de nutrientes em escalas diárias de decisão necessitam ser mais bem investigados no Bioma Pampa.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem a todos os que colaboraram no sentido de manter um experimento de longa duração e possibilitar avaliar os efeitos da herbivoria no Bioma Pampa, e aos bolsistas de iniciação científica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) os quais foram fundamentais na condução do experimento no campo. Este estudo foi possível devido à colaboração da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, à concessão de bolsas de estudos da CAPES e CNPq, e ao apoio do Programa de Cooperação Internacional Centros Associados de Pós-Graduação Brasil-Argentina (CAPES/SPU), processo nº 032/07.

7. Literatura citada

Bailey, D.W. 2005. Identification and creation of optimum habitat conditions for livestock. *Rangeland Ecology and Management*, 58:109-118.

Bailey, D.W.; Gross, J.E.; Laca, E.A. et al. 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *Journal of Range Management*, 49: 386-400.

Barthram, G.T. 1985. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: Hill Farming Research Organization. [S.I.]: n/Biennial Report, p. 29-30.

- Bartumeus, F.; Da Luz, M.G.E.; Viswanathan, G. M. et al. 2005. Animal search strategies: a quantitative random-walk analysis. *Ecology*, 86:3078–3087.
- Bergamaschi, H.; Guadanin, M.R.; Cardoso, L.S. et al. 2003. Clima da Estação Experimental da UFRGS (e Região de Abrangência). Porto Alegre: UFRGS, 78p.
- Berreta, E. 2001. Ecophysiology and management response of the subtropical grasslands of Southern America. In: Gomide, J.A.; Mattos, W.R.S.; Silva, S.C. (Eds.), *Proceedings of the XIX International Grassland Congress*, Piracicaba, pp. 939–946.
- Bilenca, D.; Miñarro, F. 2004. Identificación de áreas valiosas de pastizal en las Pampas y Campos de Argentina, Uruguay y Sur de Brasil. *Fundación vida silvestre*, Buenos Aires.
- Boldrini, I.I. 2009. A flora dos Campos do Rio Grande do Sul. In: Pillar, V.P.; Muller, S.C.; Castilhos, Z.M.S. et al. (Ed.). *Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p.63-77.
- Boldrini, I.I.; Ferreira, P.P.A.; Andrade, B.O. et al. 2010. *Bioma Pampa: diversidade florística e fisionômica*. Porto Alegre: Pallotti, 64p.
- Bos, D. 2002. *Grazing in coastal grasslands: Brent geese and facilitation by herbivory*. Ph.D. Thesis. Groningen University, Groningen, Netherlands.
- Bremm, C. 2010. Padrões de ingestão e deslocamento de bovinos e ovinos em ambientes pastoris complexos. Tese de Doutorado, Faculdade de Agronomia – PPG Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 182.
- Carvalho, P. C. F. 2005. O manejo da pastagem como gerador de ambientes pastoris adequados à produção animal.. In: C. G. S. Pedreira, J. C. Moura, S. C. Da Silva; V. P. de Faria. (Org.). *Teoria e Prática da Produção Animal em Pastagens*. 1 ed. Piracicaba: Fealq, p. 7-32.
- Carvalho, P.C.F.; Prache, S.; Damasceno, J.C. 1999. O processo de pastejo: Desafios da procura e apreensão da forragem pelo herbívoro. In: *Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia*, 36., 1999, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBZ, v. 2, p. 253-268.
- Carvalho, P. C. F., H. M. N. Ribeiro Filho, C. H. E. C. Poli, et al. 2001. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: Mattos, W. R. S. (Org.). *A Produção Animal na Visão dos Brasileiros*. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba, p.853-871.
- Carvalho, P.C.F.; Batello, C. 2009. Access to land, livestock production and ecosystem conservation in the Brazilian Campos biome: the natural grasslands dilemma. *Livestock Science* 120:158-162.
- Cid, M.S.; Brizuela, M. A.. 1998. Heterogeneity in tall fescue pastures created and

sustained by cattle grazing. *Journal of Range Management*, 51: 644–649.

Côrrea, F.L.; Maraschin, G.E. 1994. Crescimento e desaparecimento de uma pastagem nativa sob diferentes níveis de oferta de forragem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 29:1617-1623.

Crist, T.O.; Guertin, D.S.; Wiens, J.A. et al. 1992. Animal movement in heterogeneous landscapes: an experiment with *Eleodes* beetles in shortgrass prairie. *Functional Ecology*, 6:536–544.

Cruz, P.; De Quadros, F.L.F.; Theau, J. P. et al. 2010. Leaf Traits as Functional Descriptors of the Intensity of Continuous Grazing in Native Grasslands in the South of Brazil. *Rangeland Ecology and Management*, 63:350-358.

Da Silva, S.C.; Carvalho, P.C.F. 2005. Foraging behaviour and herbage intake in the favourable tropics/sub-tropics. In: McGilloway, D.A. (Ed.). *Grassland: a global resource*. Dublin. p. 81-95.

Demment, M.W.; Laca, E. A. 1993. The grazing ruminant: models and experimental techniques to relate sward structure and intake. In: *Proceedings of the 5th World conference on animal production*. Edmonton: Keeling & Mundi. p. 439-460.

Di Marco, O.N.; Aello, M.S. 2001. Gasto de energia da apreensão de forragem e do caminhar por bovinos em pastejo. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 53:105-110.

Etzenhouser, M.J.; Owens, M.K.; Spalinger, D.E. et al. 1998. Foraging behaviour of browsing ruminants in a heterogeneous landscape. *Landscape Ecology*, 13:55–64.

Focardi, S.; Marcellini, P.; Montanaro, P. 1996. Do ungulates exhibit a food density threshold? A field study of optimal foraging and movement patterns. *Journal of Animal Ecology*. 65:606–620.

Gibb, M. 2006. Grassland management with emphasis on grazing behaviour. In: Elgersma, A.; Dijkstra, J.; Tamminga, S. (Ed.). *Fresh herbage for dairy cattle: the key to a sustainable food chain*. Wageningen: Springer, 2006. p. 141-157.

Gonçalves, E. N.; Carvalho, P. C. F.; Devincenzi, T. et al. 2009a. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: padrões de deslocamento e uso de estações alimentares. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38:2121-2126.

Gonçalves, E. N.; Carvalho, P. C. F.; Kunrath, T. R. et al. 2009b. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: processo de ingestão de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38:1655-1662.

Gordon I.J. 2000. Plant-animal interactions in complex plant communities: from mechanism to modelling. In: *Grassland ecophysiology and grazing ecology* (Eds. Lemaire G, Hodgson J, Moraes, A. et al.). CAB International, pp. 191-207.

Gordon, I.J.; Lascano, C. 1993. Foraging strategies of ruminant livestock on intensively managed grasslands: potential and constraints. In: International Grassland Congress, 17., Palmerston North. Proceedings... p.681-690.

Griffiths, W.M.; Hodgson, J.; Arnold G.C. 2003. The influence of sward canopy structure on foraging decisions by grazing cattle. I. Patch selection. *Grass and Forage Science*, 58:112–124.

Heringer, I.; Carvalho, P.C.F. 2002. Ajuste da carga animal em experimentos de pastejo: uma nova proposta. *Ciência Rural*; 32:675-679.

Hester, A.J.; Baillie, G.J. 1998. Spatial and temporal patterns of heather use by sheep and red deer within natural heather/grass mosaics. *Journal Applied of Ecology*, 35: 772–784.

Hester, A.J.; Gordon, I.J.; Baillie, G.J. et al. 1999. Foraging behaviour of sheep and red deer within natural heather/grass mosaics. *Journal Applied Ecology*, 36: 133–146.

Hodgson, J.; Cosgrove, G.P.; Woodward, S.J.R. 1997. Research on foraging behaviour: progress and priorities. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 18., Calagary. Proceedings... Calagary: Association Management Centre. CD-ROM.

Hodgson, J. 1990. *Grazing management: science into practice*. London: Longman Group. 200p.

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

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2004. *Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomassas do Brasil*.

Jones, R.J.; Sandland, R.L. 1974. The relation between animal gain and stocking rate. *Journal of Agricultural Science*, 83:606–611.

Kareiva, P.M.; Odell, G. 1987. Swarms of predators exhibit “preytaxis” if individual predators use area-restricted search. *The American Naturalist*, 130:233–270.

Klingman, D.L.; Miles, S.R.; Mott, G.O. 1943. The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. *Journal of Society Agronomy*, 35:739-746.

Knegt, H.J.; Hengeveld, G.M.; Langevelde, F. et al. 2007. Patch density determines movement patterns and foraging efficiency of large herbivores. *Behavioral Ecology*, 18:1065-1072.

Krysl, L.J.; Hess, B.W. 1993. Influence of supplementation on behavior of grazing cattle. *Journal of Animal Science*, 71:2546-2555.

Maraschin, G.E.; Moojen, E.L.; Escosteguy, C.M.D. et al. 1997. Native pasture, forage on offer and animal response. In: XVIII International Grassland Congress, Winnipeg y Saskatoon, Canada, pp. 26-27.

Maraschin, G. E.; Jacques, A. V. A. 1993. Grassland opportunities in the subtropical region of South America. In: International grassland congress, 17, Palmerston North, New Zealand. Proceedings... Palmerston North : Keeling & Mundi. p.1977-1981.

McIntyre, N.E.; Wiens, J.A. 1999. Interactions between landscape structure and animal behaviour: the roles of heterogeneously distributed resources and food deprivation on movement patterns. *Landscape Ecology*, 14:437–447.

Mezzalira, J.C. 2009. O manejo do pastejo em ambientes pastoris heterogêneos: comportamento ingestivo e produção animal em distintas ofertas de forragem. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Agronomia – PPG Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 159.

Mott, G.O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: Proceedings of the 8th International Grassland Congress. Oxford: Alden. p. 606-611.

Mott, G. O. e H. L. Lucas. 1952. The design, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: Proceeding of the 6th International Grassland Congress. Pennsylvania: [s.n.]. p.1380-1385.

Nabinger, C. 1998. Princípios de Manejo e produtividade das pastagens. In: Ciclo de Palestras em Produção e Manejo de Bovinos de Corte – Manejo e Utilização Sustentável de Pastagens, 1., Canoas, 1998. Anais... Canoas: ULBRA, p. 54-107.

Nabinger, C.; Ferreira, E.T.; Freitas, A.K. et al. 2009. Produção animal em campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: Pillar, V.P.; Muller, S.C.; Castilhos, Z.M.S. et al. (Org.). Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília, p. 175-198.

Neves, F.P.; Carvalho; P.C.F.; Nabinger, C. et al. 2009. Estratégias de manejo da oferta de forragem para recria de novilhas em pastagem natural. *Revista Brasileira de Zootecnia*; 38:1532-1542.

Oom, S.P.; Sibbald, A.M.; Hester, A.J.; et al. 2008. Impacts of sheep grazing a complex vegetation mosaic: Relating behaviour to vegetation change. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 124:219-228.

Osuji, P. I. 1974. The physiology of eating and the energy expenditure of the ruminant at pasture. *Journal of Range Management*, 27:437-43.

Overbeck, G.E.; Müller, S.C.; Fidelis, A. et al. 2007. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 9:101-116.

Pinto, C.E.; Carvalho, P.C.F.; Frizzo, A. et al. 2007. Comportamento ingestivo de novilhos em pastagem nativa no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36:319-327.

Pinto, C.E.; Fontoura Jr., J.A.S.; Frizzo, A. et al. 2008. Produções primária e secundária de uma pastagem natural da Depressão Central do Rio Grande do Sul submetida a diversas ofertas de fitomassa aérea total. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37:1737-1741.

Prache, S.; Gordon, I.J.; Rook, A.J. 1998. Foraging behaviour and diet selection in domestic herbivores. *Annales de Zootechnique*, 47:335-345.

Ribeiro, J.M.C.R.; Brockway, J.M.; Webster, A.J.R. 1977. A note on the energy cost of walking in cattle. *Animal Production*, 25:107-110.

Roguet, C.; Dumont, B.; Prache, S. 1998. Selection and use of feeding sites and feeding stations by herbivores: A review. *Annales de Zootechnie*, 47:225-244.

Shipley, L.A.; Spalinger, D.E.; Gross, J.E. et al. 1996. The dynamics and scaling of foraging velocity and encounter rate in mammalian herbivores. *Functional Ecology*, 10:234-244.

Soares, A.B.; Carvalho, P.C.F.; Nabinger, C. et al. 2005. Produção animal e de forragem em pastagem nativa submetida a distintas ofertas de forragem. *Ciência Rural*, 35:1148-1154.

Stoobs, T.H. 1975. A comparison of Zulu sorghum, Bulrush millet and White panicum in terms of yield, forage quality and milk production. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 15:211-218.

Stuth, J.W. 1991. Foraging behaviour. In: Heitschmidt, R.K.; Stuth, J.W.(eds). *Grazing management: an ecological perspective*. Oregon: Timber Press, p.85-108, 1991.

Tharmaraj, J.; Wales, W.J.; Chapman, D.F. et al., 2003. Defoliation pattern, foraging behaviour and diet selection by lactating dairy cows in response to sward height and herbage allowance of a ryegrass- dominated pasture. *Grass and Forage Science*, 58:225-238.

The Forage and Grazing Terminology Committee. 1991. *Terminology for Grazing Lands and Grazing Animal*. Pocahontas Press, Inc. Blacksburg, Virginia, USA. 38p.

Turchin, P. 1991. Translating foraging movements in heterogeneous environments into the spatial distribution of foragers. *Ecology*. 72:1253-1266.

Viswanathan, G.M., Buldryrev, S.V., Havlin, S. et al. 1999. Optimizing the success of random searches. *Nature*. 401:911-914.

Wilm, H.G.; Costello, D.F.; Klipple, G.E. 1944. Estimating forage yield by the double

sampling method. *Journal of American Society of Agronomy*, 36:194-203.

With, K.A.; Cadaret, S.J.; Davis, C. 1999. Movement responses to patch structure in experimental fractal landscapes. *Ecology*, 80:1340–1353.

Zollner, P.A.; Lima, S.L. 1999. Search strategies for landscape-level interpatch movements. *Ecology*, 80:1019–1030.

4. CAPÍTULO IV

Uso de alcanos para estimar consumo de matéria seca por novilhas de corte mantidas em pastagem natural¹

¹Artigo científico (*Original Research Articles, Regular Papers*) formatado nas normas do periódico *Livestock Science* (Apêndice 3).

Uso de alcanos para estimar consumo de matéria seca por novilhas de corte mantidas em pastagem natural¹

Resumo

Os objetivos do trabalho foram (i) quantificar as concentrações e o perfil de alcanos presente na forragem e nas fezes de bovinos de corte, (ii) determinar a duração adequada do período da administração oral do alcano externo C₃₂ e (iii) determinar qual alcano naturalmente presente na forragem (C₃₁ ou C₃₃) deve ser pareado com C₃₂ para se obter as estimativas de consumo em uma pastagem natural do Bioma Pampa. O efeito do nível de oferta de forragem sobre a concentração dos distintos alcanos, sobre o período de administração de C₃₂ e sobre o consumo de forragem calculado com os pares C_{31:32} e C_{32:33}, com e sem correção pela taxa de recuperação fecal, foram testados em duas épocas do ano (verão e primavera). As concentrações de alcanos de cadeia ímpar na forragem e nas fezes foram predominantes, sendo C₂₉, C₃₁, C₃₃ e C₃₅ os de maior concentração. Concentrações expressivas de C₂₈ e C₃₀ também foram encontradas. Constatou-se diferenças (P<0,05) no perfil de alcanos na forragem e nas fezes entre os níveis de oferta, fornecendo indícios de que há variações de composição botânica e morfológica na forragem e nas fezes, principalmente quando houve restrições mais severas de alimentação. Independentemente do nível de oferta de forragem e da época do ano, o período para alcançar o ponto máximo de excreção de C₃₂ foi de 4 dias e a estimativa de consumo de matéria seca foi mais adequada quando se utilizou o par C_{32:33}.

Palavras-chave: marcadores, bovinos, oferta de forragem, intensidade de pastejo, dieta, Bioma Pampa

¹ Parte da tese do primeiro autor, como requisito para obtenção do título de Doutor em Zootecnia, área de Concentração Plantas Forrageiras, UFRGS.

1. Introdução

Para compreender as relações entre os ruminantes e seus ambientes pastoris é necessário obter informações quantitativas dos hábitos alimentares desses animais: o que e quanto eles consomem e qual é a qualidade nutricional de sua dieta. A utilização da técnica de alcanos para estimar o consumo de forragem e a seleção de dietas por herbívoros, tanto selvagens como domésticos, tem apresentado um avanço considerável nos últimos 20 anos (Dove e Mayes, 2006; Carvalho et al., 2007). Os alcanos são hidrocarbonetos saturados de cadeias longas presentes na cera cutilar dos tecidos vegetais, relativamente inertes ao ambiente ruminal e que podem ser recuperados nas fezes dos ruminantes. Comparativamente aos outros indicadores normalmente usados (óxido crômico, itérbio, etc...), é possível determinar simultaneamente o indicador externo e o interno numa única análise para estimar a digestibilidade, produção fecal, consumo e composição do alimento (Mayes et al., 1986). Isso constitui grande vantagem desse método, favorecendo o estudo de interações planta-animal no ambiente pastoril.

Miller e Thompson (2005) concluíram que a utilização da técnica de alcanos foi bastante acurada em estimar o consumo e seleção da dieta em um ambiente pastoril complexo das Ilhas Malvinas. Em Portugal, também foram encontrados bons resultados com cabras consumindo forragem de pastagem natural com grande diversidade de espécies (Ferreira et al., 2005). Entretanto, a confiabilidade da metodologia tem sido constatada principalmente com pequenos ruminantes (Dove et al., 2000) consumindo plantas forrageiras de clima temperado (Coates e Penning, 2000), enquanto que seu uso como indicador de produção fecal e digestibilidade de forragem em pastagens naturais

complexas de clima tropical e subtropical ainda não está estabelecido, havendo a necessidade de mais estudos e validação do método (Carvalho et al., 2007).

Apesar da recuperação incompleta dos alcanos nas fezes, o uso concomitante de dois alcanos de comprimento de cadeia adjacente, um natural de cadeia ímpar e outro sintético, dosado, de cadeia par, tidos como indicadores interno e externo, respectivamente, permite estimativas não tendenciosas da ingestão de dieta desde que os alcanos tenham recuperação fecal similares (Mayes et al., 1986). O uso desse método levanta questionamentos similares àqueles levantados para outros métodos baseados em marcadores, tal como a administração dos marcadores externos (Dove et al., 2002; Molina et al., 2004) e seu padrão diário de excreção fecal (Oliván et al., 2007). O tempo necessário de dosagem para alcançar o equilíbrio dinâmico entre as concentrações de alcanos na dieta e nas fezes de ruminantes necessitam estudos para as pastagens naturais complexas. Além disso, fatores relacionados com a recuperação de alcanos nas fezes podem afetar a acurácia da técnica, tais como as variações no ambiente alimentar e na abundância de alimento ofertado, que não foram ainda suficientemente elucidados.

A vegetação predominante na região Sul do Brasil, juntamente com o Uruguai, Nordeste da Argentina e parte do Paraguai é o ecossistema Campos, um ecossistema com ampla diversidade disposta em uma área (entre 24° e 35° S) de 500.000 km² (Bilenca e Miñarro, 2004). A parte Brasileira dos Campos (chamada de Bioma Pampa (IBGE, 2004)) está localizada no Sul do estado do Rio Grande do Sul e representa 90% das pastagens do estado. A produção animal é uma das principais atividades econômicas do Bioma Pampa e estudos sobre aspectos do consumo de forragem por animais em pastejo em condições típicas desse Bioma é economicamente importante e ecologicamente essencial. Contudo, poucos são os trabalhos que mediram consumo de

ferragem nestas pastagens naturais, sendo que inexistem trabalhos que aplicaram a técnica de alcanos (Dove e Mayes, 1991).

Para estimar o consumo a partir da técnica de alcanos, primeiramente é necessário estimar a concentração dos alcanos na ferragem consumida e nas fezes dos animais. Portanto, um dos objetivos deste trabalho foi quantificar o perfil de alcanos da ferragem aparentemente consumida e nas fezes de novilhas de corte mantidas em uma pastagem natural, o qual é manejada sob níveis de ofertas de ferragem para bovinos de corte a mais de 20 anos. Outro objetivo foi estudar qual a duração adequada do período da administração oral de alcanos até o momento para iniciar a coleta *per rectum* de fezes, verificando a hipótese que o período mínimo seja afetado pelo nível de oferta de ferragem. Tem-se por meta ainda responder as seguintes questões: Qual alcano naturalmente presente na ferragem (C_{31} ou C_{33}) que deve ser pareado com o alcano externo dosado C_{32} para se obter as estimativas de consumo em pastagem natural? As variações no ambiente alimentar provocada pelo nível de oferta de ferragem e época do ano determinam qual alcano natural deve ser pareado com o dosificado? Vislumbra-se que as respostas aos objetivos significarão avanços iniciais na utilização da técnica de alcanos para estimar consumo de ferragem em pastagem natural do Bioma Pampa, contudo importantes para verificar suas potencialidades num ambiente tão complexo e diverso.

2. Material e métodos

2.1 Local e tratamentos

O experimento foi conduzido em uma pastagem natural pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizado em Eldorado do Sul, região da

Depressão Central, Brasil. As coordenadas geográficas aproximadas da área experimental são lat 30°05'S, long 51°40'W e altitude 46 m..

Os tratamentos foram constituídos por níveis diários de oferta de forragem (kg de matéria seca para cada 100 kg de peso vivo, ou % PV) para bovinos de corte, assim definidos: 4, 8, 12 e 16% PV. Os níveis de oferta de forragem na área experimental estão empregados desde 1986, e são mantidos utilizando-se a técnica de lotação contínua com taxa de lotação variável (Mott e Lucas, 1952).

2.2 Delineamento, período experimental e animais

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados com duas repetições, totalizando oito unidades experimentais (UE) com superfícies médias de 3,2; 2,9; 4,2 e 5,2 ha para os tratamentos de 4, 8, 12 e 16% PV, respectivamente. A opção de bloquear o experimento está associada às variações na capacidade de drenagem do solo existentes na área estudada. O período experimental foi dividido em duas épocas: verão (16/02 a 27/02/2009) e primavera (11/10 a 22/10/2009).

Os animais experimentais foram novilhas mestiças, oriundas de cruzamentos entre as raças Angus e Hereford (*Bos taurus taurus*) e Nelore (*Bos taurus indicus*), com idade média de 15 meses quando da entrada no experimento em 15/11/2008. O peso médio corporal dos animais foi de 174±3,9 e 206±4,6 kg no verão e primavera, respectivamente.

2.3 Descrição da composição florística

A composição florística da área experimental foi descrita em levantamento realizado por Cruz et al. (2010), que avaliaram a biomassa aérea acima do solo. Foi encontrado que as principais gramíneas representavam em média 63% do total da biomassa, havendo diminuição de participação com o aumento da oferta (77 e 53% para

as OFs de 4 e 16% PV). Independente da OF preconizada, Cruz et al. (2010) também encontraram que as espécies da família *Poaceae* representam metade do número total de espécies. Um levantamento florístico no estrato inferior do pasto realizado foi realizado concomitantemente às avaliações de primavera de 2009 e são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Composição florística do estrato efetivamente pastejado da área experimental na primavera de 2009, de acordo com os tratamentos de oferta de forragem (OF) preconizados (médias de duas UEs por tratamento). O número total de espécies em todos os tratamentos está entre parênteses (Pinto et al., dados não publicados).

OF	Número de espécies nas famílias botânicas representadas			Totais (38)
	<i>Poaceae</i> (42)	<i>Fabaceae</i> (8)	Outras (51) ¹	
4% PV	11	2	15	28
8% PV	15	4	22	41
12% PV	22	3	29	54
16% PV	26	4	29	59

¹Outras famílias são *Acanthaceae*, *Amaranthaceae*, *Campanulaceae*, *Compositae*, *Convolvulaceae*, *Cyperaceae*, *Hypocidaceae*, *Iridaceae*, *Linaceae*, *Melastomataceae*, *Menianthaceae*, *Myrtaceae*, *Onagraceae*, *Oxalidaceae*, *Polygalaceae*, *Potamogetonaceae*, *Rubiaceae* e *Umbelliferae*.

A vegetação presente vem recebendo os mesmos tratamentos por 25 anos, histórico de uso que resultou em diferentes composições florísticas e estruturas de pasto. Nas áreas manejadas com baixa oferta de forragem existe apenas um estrato de vegetação no pasto, menos heterogêneo e com um perfil de dossel baixo comparativamente aos demais tratamentos. Já nas áreas manejadas com ofertas moderadas a altas ocorre maior frequência de touceiras, formadas principalmente por espécies dos gêneros *Aristida*, *Eryngium*, *Andropogon* (também presente no estrato inferior), *Bacharis* e *Vernonia*, configurando-se uma estrutura de pasto do tipo bimodal (estrato inferior e touceiras) e dispersa em mosaico. O estrato inferior é frequentemente pastejado enquanto que as touceiras são menos pastejadas.

2.4 Descrições das características estruturais dos pastos e do cálculo de OF

As principais características estruturais do pasto afetando o comportamento e o consumo de forragem de bovinos, apontadas por estudos em pastagem natural, foram avaliadas nas duas épocas: massa de forragem (MF, kgMS/ha), altura (ALT, cm) e frequência de touceiras (TOUC, %). As avaliações de estrutura do pasto foram realizadas, em média, uma semana antes do início da condução das dosagens de alcanos. A estrutura da vegetação foi avaliada por amostragens em cada UE. No verão realizou-se uma amostragem para cada 200m² (grid de 10 x 20 m) enquanto na primavera as amostragens foram aleatoriamente distribuídas até alcançar um mínimo de 50 pontos exclusivamente no estrato inferior dos pastos. As amostragens foram realizadas com auxílio de uma moldura de ferro de 0,5 x 0,5 m. Avaliou-se a MF e a ALT quando a moldura representava exclusivamente o estrato inferior. Para estimar a MF foi utilizada a técnica de dupla amostragem descrita por Wilm et al. (1944), enquanto que a ALT foi medida com auxílio de um bastão graduado segundo método proposto por Barthram (1985) em cinco toques por moldura. Quando a amostra dentro da moldura foi representada por touceira, registrou-se sua frequência (TOUC, %), expressa como porcentagem do total de pontos amostrados.

Para verificar se as OFs preconizadas foram alcançadas em cada época do ano, calculou-se a oferta de forragem real (OFR, % PV) conforme a seguinte equação: $OFR (\% PV) = ((MF/n + TAC)/TL) * 100$. Onde: n = número de dias de cada período avaliado; TAC = taxa diária de acúmulo de MS, em kgMS/ha; e TL = taxa de lotação animal, em kgPV/ha. A TAC utilizada na equação foi estimada com o uso de quatro gaiolas de exclusão ao pastejo por UE, conforme método proposto por Klingman et al. (1943).

As características da estrutura dos pastos e algumas características qualitativas da forragem aparentemente consumida nas duas épocas são apresentadas na Tabela 2.

2.5 Dosificação de alcano C₃₂ e coleta de fezes e forragem

Procedeu-se o sorteio de três animais *testers* por UE (n = 24), os quais foram dosificados duas vezes por dia (8h e 16h) com péletes de celulose contendo $176,5 \pm 2,23$ e $195,6 \pm 8,09$ mg de dotriacontano (C₃₂), no verão e na primavera, respectivamente, administrados durante 12 dias ininterruptos em cada época. A partir do sétimo até o décimo segundo dia de dosificação foram realizadas coletas de fezes *per rectum* de forma concomitante às dosificações do marcador para posterior análise da concentração e do perfil de alcanos.

Durante o verão, sorteou-se um dos três animais por UE (n = 8) para avaliar a excreção fecal diária do marcador externo utilizado (C₃₂). Estes tiveram suas fezes coletadas desde a primeira dosagem do indicador (primeiro até o último dia de avaliação - 12º dia). A concentração diária de C₃₂ nas fezes desses animais foi utilizada na construção de modelo para verificar quantos dias eram necessários para atingir 95% da concentração máxima de C₃₂ nas fezes, descrito mais adiante.

As amostras de fezes foram identificadas, embaladas individualmente em sacos plásticos e armazenadas em freezer. Após o término dos períodos de coleta, as amostras referentes aos períodos da manhã e tarde foram descongeladas. As amostras de fezes dos animais utilizados para estudar a excreção fecal foram agrupadas para compor uma amostra por dia, totalizando 12 amostras por animal. Já as amostras de fezes dos demais animais, após o término das épocas avaliadas, foram descongeladas e agrupados os seis dias de coleta por animal. Procedeu-se a homogeneização das amostras de fezes, as quais foram colocadas para secar em estufa a 60°C por aproximadamente 72 horas. Depois de secas, foram moídas em moinho tipo *Willey* com peneira 18 mesh, identificadas e armazenadas em sacos plásticos para posterior análise dos alcanos.

Amostras de forragem foram coletadas para quantificar o perfil de alcanos, a digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS, %; Tilley e Terry, 1963) e o teor de proteína bruta (PB, %; AOAC, 1995). Os parâmetros qualitativos da forragem estão apresentados na Tabela 2. Para obtenção da amostra de forragem consumida pelos animais utilizou-se a técnica do pastejo simulado (De Vries, 1995) entre os dias 7 e 10 dos períodos de dosificação e coleta de fezes. Nos dias de dosificação anteriores à coleta de forragem, os animais foram monitorados com auxílio de aparelhos GPS e gravadores acústicos ajustados aos animais *testers*, de modo semelhante aos animais equipados por Laca et al., (1992). O intuito foi analisar os registros sonoros (Laca et al., 1992; CAPÍTULO II) e determinar os locais da pastagem sob maior atividade de pastejo. Nesses locais foram realizadas as coletas de forragem por apenas uma pessoa. Esse procedimento foi adotado para minimizar o viés associado à possível subjetividade na coleta. As amostras de forragem foram secas em estufa de ventilação forçada a 60°C por cerca de 72 horas. Em seguida, as amostras secas foram moídas em peneira 18 mesh e armazenadas em recipientes plásticos para posterior análise dos alcanos.

Tabela 2. Oferta de forragem real, características da estrutura dos pastos, teor de proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da matéria seca em uma pastagem natural manejada com níveis de oferta de forragem (% PV).

Características dos pastos	Oferta de forragem (% PV)				Modelo	Valor P	R ²	e.p.m.
	4	8	12	16				
	Verão							
OFR (% PV)	4,2	9,2	11,9	16,0	OFR=0,8+0,9OFR	0,0014	0,90	0,15
MF (kgMS/ha)	955	2184	2453	2842	MF=568,7+149,2OFR	0,0016	0,88	24,2
ALT (cm)	4,6	11,1	13,5	16,1	ALT=1,5+0,95OFR	0,0007	0,92	0,13
TOUC (%)	1,0	19,0	29,5	35,5	TOUC=-7,7+2,7OFR	0,0009	0,91	0,38
PB (%)	10,8	10,8	9,7	9,7	PB=11,3-0,1OFR	0,1267	0,42	0,06
DIVMS (%)	39,3	36,8	31,3	33,2	DIVMS=41,9-0,6OFR	0,0318	0,64	0,23
	Primavera							
OFR (% PV)	2,5	4,4	9,1	10,5	OFR=-0,6+0,7OFR	0,0004	0,94	0,08
MF (kgMS/ha)	415	861	1278	1723	MF=190,9+132,3OFR	0,0214	0,69	40,0
ALT (cm)	4,9	6,3	8,8	10,4	ALT=3,6+0,6OFR	0,0037	0,88	0,12
TOUC (%)	1,0	19,1	28,4	37,0	TOUC=-4,2+3,8OFR	0,0021	0,88	0,65
PB (%)	14,4	11,5	11,7	10,6	PB=14,5-0,4OFR	0,0378	0,66	0,12
DIVMS (%)	45,6	40,6	38,5	35,3	DIVMS=47,5-1,1OFR	0,0192	0,81	0,31

OFR = oferta de forragem real; MF = massa de forragem; ALT = altura do pasto; TOUC = frequência de touceiras; PB = proteína bruta; DIVMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca; e.p.m. = erro padrão da média do coeficiente angular

2.6 Análises dos alcanos e cromatografia gasosa (CG)

A determinação dos alcanos presentes na forragem e nas fezes foi realizado segundo o protocolo descrito por Dove e Mayes (2006). A identificação e quantificação dos alcanos foram feitas por CG usando um cromatógrafo SHIMADZU GC-2010 equipado com detector de ionização de chama (FID), um carretel autosampler AOC-20S e um injetor autoinjector AOC-20i. Os alcanos extraídos foram injetados (1µl) para dentro de uma coluna Rtx[®]-5 RESTEK (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm, absorvente composto por 5% difenil e 95% dimetil polisiloxane). O gás de arraste foi o N² a um fluxo constante de 30 ml/min. Gradientes de temperatura foram controlados para o injetor (270°C) e a coluna (170°C por 1 min; 30°C/min até 215°C espera de 1 min e 6°C/min para 300°C; 21min). A temperatura do FID foi mantida a 340°C. O

procedimento de GC foi calibrado com uma solução de padrão externo contendo uma mistura sintética dos alcanos C₇ a C₄₀ (>99% de pureza, Sigma-Aldrich Corp., St. Louis, MO, USA) com concentrações similares àsquelas encontradas nos extratos. As áreas dos picos cromatográficos correspondentes a cada alcano foram determinadas por meio do software *Shimadzu GC Solution*, sendo que a identificação dos alcanos de comprimento de cadeia entre C₂₀ a C₃₅ foi baseada na comparação com o padrão externo, pelo tempo de retenção médio de cada alcano na coluna. Os picos identificados foram convertidos em quantidades de alcanos tomando como referência o padrão interno C₃₄ e calculados em mg/kg de MS de fezes e de forragem.

2.7 Cálculos de consumo de matéria seca

Os valores de consumo de matéria seca (CMS) foram estimados a partir das concentrações dos alcanos presentes naturalmente na dieta (C₃₁ e C₃₃) e o homólogo (C₃₂), administrado oralmente (Mayes et al., 1986):

$$CMS = \frac{\left(\frac{F_i \times \frac{D_{C_{32}}}{F_{C_{32}}}}{\frac{F_i}{F_{C_{32}}} \times C_{C_{32}} - C_i} \right) \times 100}{PV}$$

Onde: CMS = consumo de matéria seca (% PV); D_{C₃₂} = quantidade administrada diariamente (mg) do alcano C₃₂; F_{C₃₂} = concentração fecal do alcano C₃₂ (mg/kg de MS); F_{*i*} = concentração fecal do alcano natural (mg/kg de MS) C₃₁ ou C₃₃; C_{*i*} = concentração do alcanos (mg/kg de MS) C₃₁ ou C₃₃ na forragem; C_{C₃₂} = concentração do alcano C₃₂ (mg/kg de MS) na forragem; PV = kg de peso vivo.

Foram calculados CMS para os pares homólogos de alcanos C_{31:32} e C_{33:32}, com ou sem correção para recuperação fecal. Os valores de recuperação fecal para bovinos

de corte utilizados neste trabalho foram aqueles apresentados por Dove e Mayes (1991) e corresponderam a: $C_{31} = 0,757$; $C_{32} = 0,785$; $C_{33} = 0,809$.

2.8 Análises estatísticas

A concentração dos alcanos C_{20} a C_{35} presentes na forragem e nas fezes foi submetida à análise de variância para avaliar o efeito da oferta de forragem em cada época do ano, a 5% de significância. Foi utilizada análise de componentes principais (PCA) para analisar o padrão de comportamento das concentrações dos alcanos na forragem e nas fezes. A PCA foi desempenhada com matrizes de correlação das concentrações dos alcanos C_{28} a C_{35} (exceto o C_{34} e nas fezes o C_{28} e C_{32}) obtidos das médias dos animais utilizados em cada UE.

O efeito da oferta de forragem sobre o número de dias necessários para o C_{32} dosado atingir 95% da concentração máxima nas fezes foi analisado por meio de um modelo assintótico de regressão não linear, usando auto correlação entre dias (cor ARMA, Pinheiro e Bates, 2000). As análises foram conduzidas utilizando o pacote “nlme” do software estatístico R+ v.2.11.1 (*The R Foundation for Statistical Computing*). O modelo utilizado para descrever as excreções de C_{32} foi: $Y(x) = \phi_1 + (\phi_2 - \phi_1) \exp[-\exp(\phi_3)x]$; Onde: x = dias; Y = concentração de C_{32} nas fezes, mg/kg de MS; ϕ_1 = assíntota com $x \rightarrow \infty$, ou seja, 95% da concentração máxima de C_{32} ; $\phi_2 = Y(0)$; concentração mínima de C_{32} ; ϕ_3 = logaritmo da taxa constante. Foi realizada análise de variância dos valores médios por tratamento para ϕ_1 , ϕ_2 e ϕ_3 .

Realizou-se análise de variância para testar o efeito da correção pela taxa de recuperação fecal, oferta de forragem e da interação sobre as estimativas de CMS calculadas com os pares homólogos $C_{31:32}$ e $C_{32:33}$ a 5% de significância retirando-se o efeito de bloco. Os grupos de animais *testers* de cada repetição (piquete) foram

considerados UEs para as análises. Os valores de CMS estimados pelos pares $C_{31:32}$ e $C_{32:33}$ sem e com correção pela taxa de recuperação fecal foram submetidos à análise de regressão em função dos níveis de oferta de forragem, retirando o efeito de bloco dos modelos e selecionando as funções linear ou quadrática, pelo nível de significância a 5% e pelo coeficiente de determinação (R^2). A PCA e as demais análises de variância e de regressão foram realizadas utilizando-se o software JMP[®] v.9.

3. Resultados

3.1 Perfil de alcanos na forragem e fezes

Nas duas épocas avaliadas a concentração de alcanos de cadeia ímpar predominou na forragem, representando cerca de 90% do perfil de alcanos analisado (Tabela 3). Os alcanos de tamanho entre 28 e 35 carbonos representaram 94% do total, sendo que o C_{29} , C_{31} , C_{33} e C_{35} contribuíram com 85% do total de concentração. Os alcanos pares com maiores concentrações foram o C_{28} , C_{30} e C_{32} que, em conjunto, corresponderam a cerca de 9% do total de concentração na forragem. As concentrações dos alcanos C_{30} , C_{31} , C_{32} e C_{35} na forragem no verão foram afetadas pelos níveis de oferta de forragem, enquanto na primavera não houve efeito para nenhum dos alcanos analisados. A oferta de forragem 4% PV apresentou os maiores valores de concentração do alcano C_{35} na forragem, enquanto que o C_{30} , C_{31} e C_{32} apresentaram os menores.

Tabela 3. Concentração de alcanos (mg/kg de MS) em amostras de forragem coletadas em pastagem natural manejada com níveis de oferta de forragem (% PV).

Alcano	Verão					Primavera				
	4% PV	8% PV	12% PV	16% PV	e.p.m	4% PV	8% PV	12% PV	16% PV	e.p.m
C ₂₀	0,5	n.d.	n.d.	2,7	1,5	4,8	2,4	7,7	1,0	4,7
C ₂₁	2,8	1,1	n.d.	9,3	3,0	1,2	6,1	4,8	4,8	3,0
C ₂₃	2,8	2,5	1,5	9,7	2,7	1,7	4,0	6,1	1,2	1,6
C ₂₄	2,1	2,7	2,7	9,0	2,2	4,8	4,3	4,6	7,2	2,1
C ₂₅	3,7	3,6	4,0	13,1	4,1	1,9	4,1	1,5	5,2	1,7
C ₂₆	1,9	2,7	3,1	10,3	2,9	4,2	3,1	3,8	3,9	1,9
C ₂₇	7,7	8,4	9,8	29,4	8,6	16,7	8,2	12,8	11,6	5,6
C ₂₈	3,6	6,1	8,6	23,9	7,1	6,1	5,4	7,7	8,7	2,2
C ₂₉	16,7	21,7	27,0	61,8	14,1	33,0	22,0	32,6	34,2	9,7
C ₃₀	10,2	25,3	35,5	35,3	2,51*	12,6	19,7	25,8	32,3	3,5
C ₃₁	106,3	158,4	180,3	215,0	10,6*	168,8	158,7	188,3	216,8	24,0
C ₃₂	14,5	25,5	29,8	30,3	0,9*	14,1	18,4	21,2	25,6	1,8
C ₃₃	274,8	253,0	235,9	243,0	21,8	267,9	206,7	225,9	218,8	10,3
C ₃₅	169,4	106,8	89,7	61,8	4,0*	121,5	75,8	38,4	57,6	19,9
Total	618,6	621,7	630,0	754,7	27,5	659,4	542,9	582,9	631,2	60,3

n.d. = não detectado. * = afetado pela oferta de forragem (valor $P < 0,05$). Os alcanos C₂₂ e C₃₄ não foram analisados por terem sido utilizados como padrões internos.

Nas fezes, a concentração dos alcanos ímpares representou 93% do total de concentração de alcanos (Tabela 4), sendo que 90% corresponderam aos alcanos C₂₉, C₃₁, C₃₃ e C₃₅. Já os alcanos pares C₂₈ e C₃₀ representaram 5,6% da concentração total. As concentrações dos alcanos C₂₅, C₂₈, C₃₀, C₃₁ e C₃₅ foram afetadas pelos níveis de oferta de forragem no verão, enquanto na primavera esse efeito foi constatado para os alcanos C₃₀, C₃₁, C₃₂ (dosado), C₃₃ e C₃₅. O tratamento de 4% PV apresentou, nas duas épocas, os menores valores de concentração dos alcanos C₃₀ e C₃₁ e os maiores de C₃₃, seguindo a tendência encontrada na forragem.

Tabela 4. Concentração de alcanos (mg/kg de MS) nas fezes de novilhas de corte mantidas em pastagem natural manejada com níveis de oferta de forragem (% PV).

Alcano	Verão					Primavera				
	4% PV	8% PV	12% PV	16% PV	e.p.m	4% PV	8% PV	12% PV	16% PV	e.p.m
C ₂₀	0,6	1,5	1,4	2,4	1,2	0,6	1,0	0,3	1,5	0,8
C ₂₁	0,7	2,3	0,9	1,3	1,0	1,8	n.d.	n.d.	2,9	1,2
C ₂₃	2,9	3,5	7,5	4,7	3,3	2,9	1,6	1,2	4,3	1,1
C ₂₄	2,6	3,4	2,8	5,4	1,5	5,3	2,8	4,0	6,6	1,5
C ₂₅	10,4	7,2	2,7	6,6	1,5*	3,5	6,0	6,3	7,3	1,7
C ₂₆	1,0	4,2	1,4	2,1	1,3	2,5	2,9	4,6	5,4	1,6
C ₂₇	27,1	22,3	16,6	20,0	2,8	15,9	43,1	23,3	20,3	11,9
C ₂₈	13,6	28,1	12,1	27,2	4,1*	21,0	12,6	13,7	18,3	5,1
C ₂₉	48,8	56,1	48,9	49,7	5,5	51,1	62,3	67,4	59,1	5,1
C ₃₀	23,0	52,2	50,4	53,0	4,6*	22,5	44,3	50,3	48,7	4,7*
C ₃₁	232,5	340,1	316,4	311,6	23,3*	310,1	372,8	401,1	374,5	17,9*
C ₃₂	180,2	196,4	163,1	177,4	10,2	195,4	194,6	151,9	138,5	15,3*
C ₃₃	456,8	478,4	377,8	418,5	27,0	510,5	427,5	385,7	387,9	27,5*
C ₃₅	253,8	188,7	130,3	164,0	10,4*	233,6	136,5	111,6	113,5	18,1*
Total	1255,1	1396,7	1125,9	1247,2	63,8	1398,7	1289,3	1224,4	1209,5	41,6

n.d. = não detectado. * = efeito da oferta de forragem (valor $P < 0,05$). Os alcanos C₂₂ e C₃₄ não foram analisados por terem sido utilizados como padrões internos. O alcano C₃₂ é o marcador externo dosado. O alcano C₃₄ não consta, pois foi utilizado como padrão interno.

Os resultados da concentração total de alcanos na forragem e nas fezes indicam um incremento da concentração nas fezes (Figura 1). Tanto no verão como na primavera verificou-se elevada variabilidade na relação para os alcanos C₂₇ a C₃₀, enquanto que para o C₃₁ e C₃₃ ocorreram valores semelhantes e de variabilidade relativamente menor aos demais alcanos. A relação entre a concentração nas fezes e na forragem para os alcanos C₂₇ a C₃₅ foi menos variável na primavera e com valores próximo de 2.

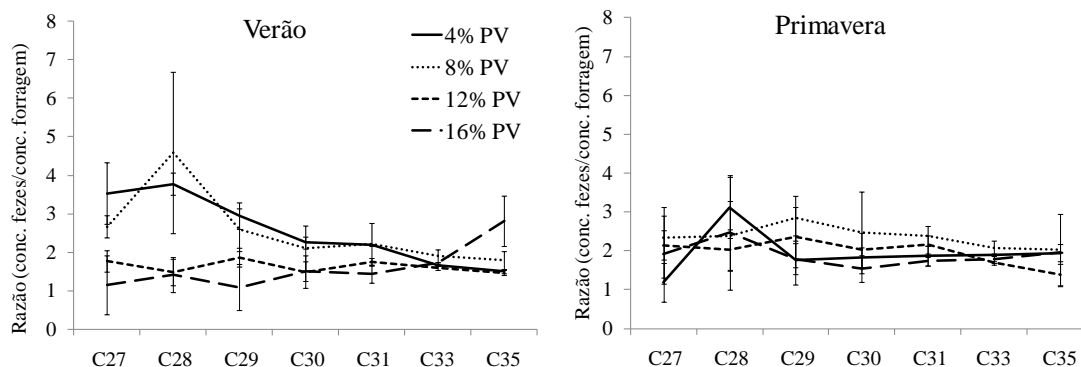


Figura 1. Razão entre as concentrações dos alcanos determinadas nas fezes de novilhas de corte e na forragem analisados em pastagem natural manejada com níveis de oferta de forragem (% PV). As barras representam o erro padrão da média. O alcano C₃₂ não consta, pois este foi administrado aos animais e o C₃₄ porque foi utilizado como padrão interno.

A PCA das concentrações dos alcanos C₂₈ (exceto fezes), C₂₉, C₃₀, C₃₁, C₃₂ (exceto fezes), C₃₃ e C₃₅ presentes na forragem e nas fezes identificou, ao menos, dois componentes significativos, tanto no verão como na primavera (Figura 2). Em todos os casos analisados, os dois principais componentes foram significativos ($P < 0,05$) e a dimensionalidade reduzida sobre esses dois componentes explicaram mais de 87% da variação total encontrada. A PCA revelou a tendência de maior concentração dos alcanos C₃₃ e C₃₅ com a diminuição da oferta de forragem, enquanto o inverso para os demais alcanos, tanto na forragem como nas fezes. Com o aumento da oferta de forragem também se verificou que as concentrações de alcanos na forragem e nas fezes apresentaram tendência de elevada variabilidade entre as UEs de mesmo tratamento.

No verão a PCA mostrou uma elevada explicação da variação total da concentração de alcanos encontrada na forragem a partir do componente principal 1. Esse componente apresentou valores de correlação elevados (acima de 0,74) com os alcanos estudados na forragem, enquanto que para o componente principal 2 os valores foram inferiores (abaixo de 0,56) e correlacionaram-se negativamente com os alcanos C₂₈ e C₂₉ e positivamente com os alcanos C₃₂ e C₃₃. Já nas fezes o componente principal

2 apresentou um maior grau de explicação ao encontrado na forragem e apresentou maiores valores de correlação com os alcanos C_{33} e C_{35} .

Para os dados obtidos na primavera a PCA mostrou a mesma tendência, mas de modo inverso ao encontrado no verão. Nas fezes o componente principal 1 foi o que explicou mais de 87% da variação total, enquanto na forragem a explicação desse componente foi de apenas 59%. O componente principal 1 apresentou correlação com todos os alcanos analisados na forragem, sendo essa correlação negativa e de menor valor para os alcanos C_{33} e C_{35} , enquanto que a correlação desses com o componente principal 2 foi superior e acompanhados pelos alcanos C_{28} e C_{29} . Nas fezes o componente principal 1 apresentou valores elevados de correlação (acima de 0,86) com todos os alcanos analisados pela PCA, enquanto que componente principal 2, com menor explicação da variação total e baixos valores de correlação com as concentrações de alcanos, mostrou correlação positiva com C_{29} e negativa com C_{31} .

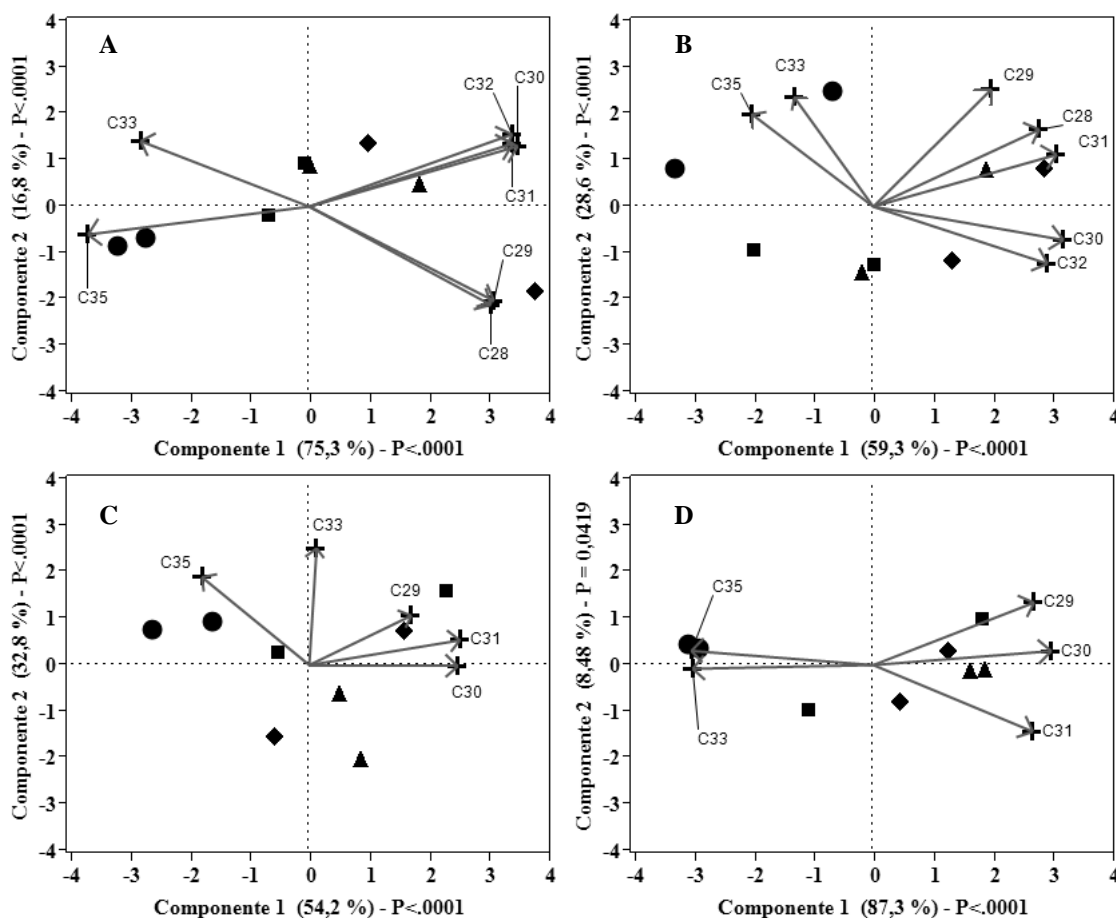


Figura 2. Análise de componentes principais (PCA) para as concentrações de alcanos determinadas na forragem (A; B) e nas fezes (C; D) de novilhas de corte avaliadas no verão (A; C) e primavera (B; D) em uma pastagem natural. Oferta de forragem: ● = 4% PV, ■ = 8% PV, ▲ = 12% PV, ◆ = 16% PV. Valores de correlação (r) dos componentes principais com as concentrações dos alcanos C_{28} , C_{29} , C_{30} , C_{31} , C_{32} , C_{33} e C_{35} determinadas na forragem, respectivamente: A - componente 1 0,80; 0,81; 0,92; 0,90; 0,90; -0,74 e componente 2 -0,56; -0,54; 0,34; 0,36; 0,41; 0,37; -0,15. B – componente 1 0,84; 0,60; 0,96; 0,93; 0,88; -0,40; -0,61 e componente 2 0,50; 0,76; 0,22; 0,34; -0,38; 0,71; 0,60. Valores de correlação (r) dos componentes principais com as concentrações dos alcanos C_{29} , C_{30} , C_{31} , C_{33} e C_{35} determinadas nas fezes, respectivamente: C – componente 1 0,65; 0,95; 0,96; 0,05; -0,68 e componente 2 0,40; -0,01; 0,20; 0,96; 0,72. D – componente 1 0,87; 0,96; 0,86; -0,98; -0,98 e componente 2 0,43; 0,10; -0,46; -0,03; 0,10.

3.2 Excreção fecal do alcano C_{32}

A evolução diária da concentração do alcano dosado C_{32} nas fezes e o ajuste da função não linear para cada nível de oferta de forragem realizado no verão é apresentado na Figura 3. O número de dias necessários de dosificação para alcançar os

95% da concentração máxima não foi afetado pelo nível de oferta de forragem ($P>0,05$). O valor médio encontrado para atingir essa concentração foi de 3,8 dias. Os valores estimados de concentração do C_{32} a partir do modelo não linear em cada nível de oferta de forragem encontram-se apresentados na Tabela 5. A concentração máxima (ϕ_1) de C_{32} nas fezes foi afetada pela oferta de forragem, com valores maiores registrados para as ofertas de 12 e 16% PV relativamente às ofertas de 8 e 4% PV, nessa ordem.

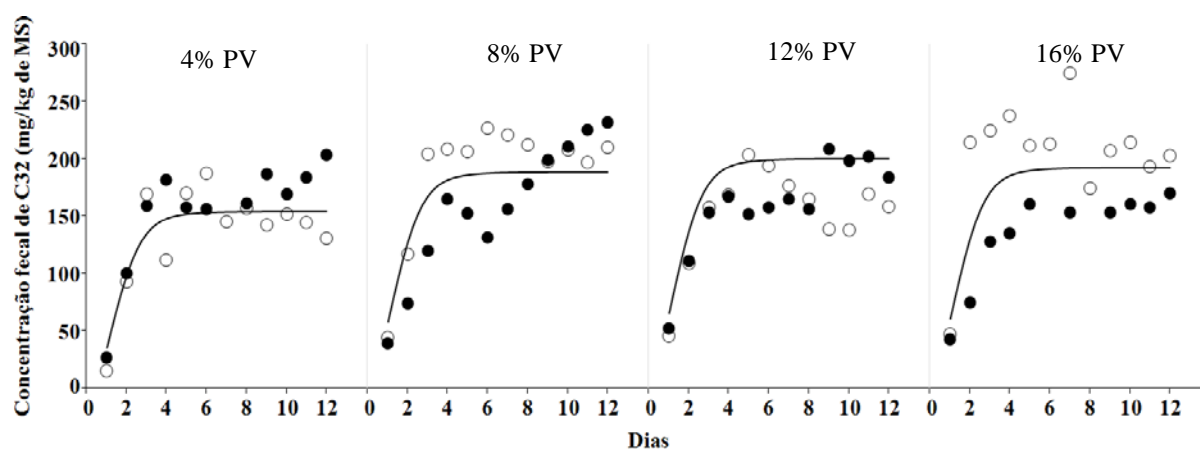


Figura 3. Evolução diária na concentração do alcano dosado C_{32} em amostras de fezes coletadas *per rectum* em novilhas mantidas em uma pastagem natural manejada com níveis de oferta de forragem (% PV). Blocos: ● = 1, ○ = 2. e.p.m = 5,804

Tabela 5. Média e intervalo de confiança de 95% dos parâmetros do modelo não linear $Y(x) = \phi_1 + (\phi_2 - \phi_1) \exp[-\exp(\phi_3)x]$ que descrevem a evolução diária da excreção fecal de C_{32} (mg/kg de MS) em cada nível de oferta de forragem.

Oferta de forragem	Intervalo de confiança (IC = 95%)			e.p.m.	Valor t	Valor P
	Menor	Média	Maior			
95% da concentração máxima de C_{32} (ϕ_1)						
4% PV	134,5	154,4 C	174,3	4,98	-5,945786	<0,0001
8% PV	168,9	188,7 B	208,5	4,16	3,937763	0,0002
12% PV	180,1	200,4 A	220,8	9,49	19,382248	<0,0001
16% PV	172,6	192,6 A	212,5	3,78	1,240174	0,2185
Concentração mínima de C_{32} (ϕ_2)						
Valor médio	-330,9	-199,7	-68,4	68,18	-2,928365	0,0044
Logaritmo da taxa constante (ϕ_3)						
Valor médio	-0,379	-0,024	0,331	0,18	-0,129533	0,8973

e.p.m = erro padrão da média.

3.3 Consumo de matéria seca: efeitos da correção e oferta de forragem

Os valores de significância dos efeitos da correção pela taxa de recuperação fecal dos alcanos, da oferta de forragem e da interação sobre o CMS estimado pelos pares estudados são apresentados na Tabela 6. Independentemente da época avaliada, as estimativas de CMS pelo par C_{31:32} foram significativamente afetadas pela correção. Já para o par C_{32:33} não ocorreu diferença significativa entre os valores de CMS corrigidos e não corrigidos. O efeito do nível de oferta de forragem sobre o CMS foi constatado na média dos valores corrigidos e não corrigidos. As estimativas de CMS com o par C_{32:33} não foram afetadas pela interação entre fator de correção e oferta de forragem, fato que ocorreu para a estimativa com o par C_{31:32} durante a primavera.

Tabela 6. Valores de probabilidade (valor P) para o efeito dos fatores correção pela taxa de recuperação fecal dos alcanos (C), oferta de forragem (OF) e da interação (C*OF) sobre o consumo diário de MS por novilhas de corte estimados com os pares de alcanos C_{31:32} e C_{32:33} em pastagem natural.

Alcano	Época	Fatores e interação		
		C	OF	C * OF
C _{31:32}	Verão	0,0031	0,0096	0,7428
	Primavera	<0,0001	0,0001	0,0038
C _{32:33}	Verão	0,2658	0,0007	0,9557
	Primavera	0,6102	0,0064	0,8325

Os valores por tratamento do CMS das novilhas estimada pelos pares de C_{31:32} e C_{32:33}, com e sem correção pela taxa de recuperação, e a análise de regressão com as OF são mostrados na Tabela 7. O CMS estimado pelo par C_{31:32} foi, em média, 51% menor quando foram corrigidos com a taxa de recuperação fecal, enquanto que essa diferença estimada com o par C_{32:33} foi em média 0,4% maior quando os valores foram corrigidos. Regressões do CMS a partir dos valores de oferta de forragem foram significativas, exceto para os modelos gerados com o CMS estimado com C_{31:32} no verão.

Tabela 7. Consumo diário de MS (% PV) por novilhas de corte, estimado com os pares de alcanos C_{31:32} e C_{32:33}, sem (SC) e com (CC) correção pela taxa de recuperação fecal e análise de regressão com os níveis de oferta de forragem em pastagem natural.

Pares de alcanos	Oferta de forragem (% PV)				Modelo	Valor P	R ²	e.p.m.
	4	8	12	16				
Verão								
C _{31:32} SC	0,93	1,57	2,32	1,83	y=0,90+0,07x	0,1627	0,41	0,045
C _{31:32} CC	0,49	0,86	1,38	1,06	y=0,48+0,04x	0,2022	0,41	0,031
C _{32:33} SC	1,99	2,44	2,83	2,76	y=1,85+0,06x	0,0274	0,77	0,020
C _{32:33} CC	2,06	2,55	2,95	2,88	y=1,92+0,07x	0,0264	0,77	0,022
Primavera								
C _{31:32} SC	1,92	2,29	3,06	3,11	y=1,61+0,15x	0,0003	0,94	0,168
C _{31:32} CC	0,87	1,20	1,20	1,33	y=0,87+0,04x	0,0477	0,60	0,016
C _{32:33} SC	1,95	2,04	2,38	3,24	y=1,48+0,14x	0,0137	0,77	0,037
C _{32:33} CC	1,82	2,22	2,14	3,06	y=1,54+0,12x	0,0607	0,64	0,048

e.p.m = erro padrão da média do coeficiente angular dos modelos.

4. Discussão

4.1 Perfil de alcanos na forragem e nas fezes

A principal intenção deste trabalho foi avaliar um método utilizado para estimar o consumo de forragem por ruminantes em condições de pastagem complexa, de composição multiflorística, como no caso do Bioma Pampa (IBGE, 2004). A acurácia do método dos alcanos passa pela obtenção de amostras de forragem representativas da dieta dos animais experimentais. Este trabalho foi realizado em uma área de elevada riqueza botânica de espécies (Tabela 1), e que apresenta uma variação considerável devido à diversidade florística, estrutura da vegetação (Tabela 2), topografia e abundância de alimento dentro e entre as UEs. Para tentar coletar uma amostra representativa da dieta sob essas condições, foram utilizados aparelhos GPS para identificar a localização dos animais (Rutter, 2007) em conjunto com um método bioacústico para determinar o momento das atividades de pastejo (CAPÍTULO II).

Friend et al. (1995) utilizaram a técnica de alcanos para estimar o consumo de forragem por ovinos em condições extensivas de pastejo. Coletaram amostras de forragem observando o padrão de pastejo dos animais como forma de assegurar representatividade do material consumido. Para testar se o procedimento foi exato, compararam o padrão de alcanos, expressos como o percentual da soma dos alcanos de cadeia ímpar, para as amostras de forragens e de fezes correspondentes. Encontraram alguma variação e salientaram que as amostras coletadas nas pastagens poderiam não ter sido verdadeiramente representativas. Por fim, concluíram que a técnica oferece um meio seguro de estimar o consumo em condições extensivas de pastejo, mas com ressalvas quanto aos cuidados na obtenção de amostras representativas do material aparentemente consumido pelos animais. Portanto, quanto às amostragens de forragem realizadas, o presente trabalho teve como condição de base proceder as coletas em locais da pastagem e nos estratos do pasto que foram mais pastejados pelos animais *testers* durante os períodos de avaliação.

Os resultados apontaram que o perfil de alcanos da forragem apresentou concentrações superiores para os de cadeia ímpar (cerca de 90% do total) em relação aos de cadeia par, o que está de acordo com os dados da literatura (Dove e Mayes, 1996; Oliveira et al., 1997; Bugalho et al., 2002; Morais et al., 2011). Da concentração total de alcanos na forragem, aproximadamente 85% correspondeu a alcanos de 29, 31, 33 e 35 carbonos, sendo que o alcano de maior incidência foi o C₃₃. Quantidades consideráveis dos alcanos pares C₂₈, C₃₀ e C₃₂, em torno de 9% do total, também foram constatadas. As concentrações dos distintos alcanos na forragem indicaram uma variação no perfil destes entre as ofertas de forragem. Essas variações podem ser devidas a vários fatores como, por exemplo, composição botânica e morfológica, local de coleta e intensidade

de pastejo. Zhang et al. (2004) estudaram o efeito do local, data de amostragem e intensidade de pastejo sobre o padrão de alcanos em várias espécies forrageiras nativas do Japão. Observaram que apesar de haver diferenças entre locais de amostragem dentro de uma mesma localidade, 70 a 93% da variação total eram devidos a diferenças entre espécies, enquanto que a data de amostragem explicou não mais que 2%. No presente trabalho, as variações observadas na concentração de alcanos da forragem, constatadas pela comparação de médias entre as ofertas de forragem, indicam possível e importante variação na composição da forragem coletada. Zhang et al. (2004) encontraram pouco efeito da intensidade de pastejo sobre a concentração de alcanos das espécies analisadas, o que, em parte, no presente trabalho, permite inferir que as diferenças no padrão de alcanos na forragem possam ter sido devidas à variação na composição botânica entre os níveis de oferta de forragem (Tabela 1). A composição botânica, diversidade e tipos funcionais de espécies na área experimental foram estudados por Pinto et al. (dados não publicados), Carvalho et al. (2003) e Cruz et al. (2010), respectivamente, e que demonstraram que a diminuição da intensidade de pastejo contribuiu para o incremento na riqueza, diversidade e ocorrência de tipos funcionais variados de espécies vegetais.

As concentrações de alcanos constatadas nas fezes das novilhas seguiram padrão análogo ao encontrado na forragem. Os alcanos presentes nas fezes foram predominantemente aqueles de cadeia ímpar (90% da concentração total), mais especificamente os alcanos C_{29} , C_{31} , C_{33} e C_{35} . Os alcanos pares de maior concentração nas fezes foram C_{28} e C_{30} . Entretanto, variações nas concentrações de alcanos nas fezes entre as ofertas de forragem foram constatadas, principalmente para os alcanos de cadeia maior que 28 carbonos. As relações entre as concentrações presentes nas fezes e na forragem dos distintos alcanos são importantes de serem avaliadas com intuito de

verificar se estes se concentram nas fezes e, em se concentrando mais nas fezes do que na forragem, poderiam ser potencialmente indicados como marcadores internos para se avançar em estudos de composição de dietas. Valores elevados dessa razão podem também estar associados a elevadas taxas de recuperação e menor degradação no trato digestório. O presente estudo verificou que os alcanos C_{27} a C_{35} concentraram-se mais nas fezes que na forragem, sendo similares os valores entre os distintos alcanos (relação próximo a 2) e menos variáveis para C_{31} e C_{33} .

O perfil de concentração dos alcanos diferencia-se marcadamente entre espécies vegetais e componentes morfológicos (Dove e Mayes, 1996), e tem sido utilizado para determinar a composição da dieta em amostras fecais (Bugalho et al., 2004; Ferreira et al., 2005). Por exemplo, gramíneas frequentemente têm maiores concentrações de C_{33} em relação a C_{29} em comparação com a maioria das leguminosas de clima temperado (Dove e Mayes, 1991; Dove, 1992), de algumas leguminosas de clima tropical (Fukumoto et al., 2007) e, até mesmo, de espécies arbustivas (Pérez-Barbería et al. 1997; Bugalho et al. 2001, Zhang et al. 2004) e “formadoras” de touceiras, como as gramíneas do gênero *Stipa* (Zhang et al., 2004). Na forragem coletada constatou-se que a relação entre as concentrações C_{29}/C_{33} aumentou com o nível de oferta de forragem, o que em tese deveria ser esperado devido ao incremento na participação de espécies na pastagem que não são gramíneas, como leguminosas, ciperáceas, asteráceas entre outras (Tabela 1). As variações nas concentrações dos diferentes alcanos entre as ofertas de forragem foram mais evidentes sobre as fezes do que sobre a forragem. Importante constar que no verão houve elevada variação na relação C_{29}/C_{33} da forragem entre os níveis de oferta de forragem (entre 0,06 e 0,25) e menor na primavera (0,10 a 0,16). Entretanto, a relação obtida nas fezes durante o verão pouco foi afetada pelos níveis de

oferta (0,10 a 0,12), diferentemente do ocorrido nas fezes coletadas na primavera (0,10 a 0,17). O verão foi caracterizado por apresentar elevada abundância de forragem em todos os tratamentos (Tabela 2), principalmente no estrato inferior (frequentemente pastejado), o qual é composto predominantemente por gramíneas do gênero *Paspalum*, *Axonopus* e *Andropogon*. Portanto, em condições de abundância de forragem e sendo as gramíneas preferidas, tornam-se provavelmente elevadas as concentrações de C₃₃ em relação ao C₂₉. Bugalho et al. (2004) apresentaram valores de concentração de alcanos para algumas espécies que compõem as pastagens do Sul da Austrália, e os dados revelaram baixos valores na relação C₂₉/C₃₃ para espécies como *Paspalum notatum* (0,03), *P. dilatatum* (0,33) e *Axonopus fissifolius* (0,11), e para leguminosas, como *Lotus pedunculatus*, muito superiores (acima de 5,1) às gramíneas.

O presente trabalho fornece indícios de que quando sob condições de restrição alimentar como ocorrido na primavera, mesmo dentro do estrato preferido do pasto, o inferior, outras espécies e componentes morfológicos podem tornar-se parte integrante da dieta dos animais, como, por exemplo, as touceiras e outras normalmente menos preferidas que surgem oportunizadas pelo manejo com moderadas a baixas intensidades de pastejo. Essas constatações permitem algumas inferências. Por exemplo, pode-se pensar na utilização do perfil de concentração de alcanos na forragem e nas fezes dos animais como um indicador qualitativo (Carvalho, 2005) de ambientes pastoris? O manejo da intensidade de pastejo via oferta de forragem por mais de 20 anos promovem o surgimento de condições de alimentação muito distintas. Como consequência, as estratégias dos animais em pastejo são modificadas (CAPÍTULOS II e IV) e, provavelmente, a seleção da dieta também seja. Assim como o estudo de metodologias para estimar o CMS, a seleção de dietas nesses ambientes pastoris de elevada

heterogeneidade, como as pastagens do Bioma Pampa, é importante, sendo que o avanço do conhecimento na utilização de marcadores internos presentes nas plantas (e.g., alcanos, alcenos, alcoóis secundários, ácidos graxos de cadeia muito longa, fibra indigestível) permitirá ascender à modelos comportamentais e nutricionais que as englobem de uma forma mais precisa.

A PCA com os alcanos de maior presença na forragem indicou que no verão as UEs apresentaram um perfil de concentração de alcanos menos variável entre as UEs de mesma oferta de forragem comparativamente à primavera. Além disso, a PCA indicou que os alcanos C_{33} e C_{35} estiveram mais associados com o incremento da intensidade de pastejo, sendo que na primavera a concentração desses alcanos na forragem foi menos distinta àquela apresentada pelo C_{29} . Contudo, para a concentração de alcanos nas fezes, revelou um padrão de resposta distinto. No verão houve menor diferenciação, indicando uma composição de dieta menos variável nessa época do ano entre as UEs e os tratamentos (oferta de forragem).

Na Primavera, o padrão de concentração de alcanos nas fezes foi menos variável entre UEs de mesma oferta, havendo também tendência de incremento na concentração de C_{29} , C_{30} e C_{31} com o aumento da oferta de forragem e de C_{33} e C_{35} com a respectiva diminuição. Em geral, o manejo com menor oferta de forragem apresentou, tanto na forragem coletada como nas fezes, um padrão de concentração de alcanos distinto em relação aos demais níveis de oferta de forragem, estando sempre associado com as maiores concentrações dos alcanos C_{33} e C_{35} .

4.2 Excreção fecal do alcano C_{32}

Dove e Mayes (1991), a partir de uma compilação de estudos que comparam o consumo real e o obtido por estimativa com a metodologia de alcanos, concluíram que

resultados satisfatórios foram obtidos quando o consumo foi estimado usando o alcano administrado dotriacontano (C_{32}). Diversos artigos mostraram essa mesma tendência, e encontram-se alguns sobre condições de pastagens naturais e complexidade semelhante ao encontrado neste estudo (Miller e Thompson, 2005, Ferreira et al., 2005). Portanto, partiu-se da suposição de que a dosagem do alcano C_{32} seria a mais adequada para estimar o consumo de forragem por bovinos de corte em pastagem natural. Sendo assim, foi analisado a excreção fecal do alcano C_{32} para verificar o período necessário de dosagem antes de iniciar as coletas de fezes utilizadas para estimar o consumo.

Os resultados revelaram que o ponto máximo de excreção foi alcançado com menos de 4 dias de dosificação para o alcano C_{32} , corroborando, em parte, os resultados de Oliván et al. (2007) e Molina et al. (2004). Oliván et al. (2007), realizando coleta total de fezes em bovinos de corte recebendo dose diária de C_{32} , encontraram equilíbrio na excreção com aproximadamente 5 dias, contudo com o C_{36} isso aconteceu aos 4 dias. Molina et al. (2004) encontraram que em vacas foi necessário entre 4 a 5 dias de dosagem para alcançar o equilíbrio nas fezes quando dosados com cápsulas de liberação controlada (CRD) ou cápsulas de gelatina, respectivamente. Neste trabalho, o menor tempo para alcançar o estado de equilíbrio provavelmente deva-se à frequência de dosificação diária utilizada (duas vezes).

As principais vantagens de um curto tempo de dosificação para alcançar o equilíbrio de um marcador externo baseiam-se no menor custo com dosagens e análises e um menor número de dias de trabalho no campo e no laboratório. Além disso, uma única dosagem diária para grandes ruminantes, como bovinos, pode incorrer em potenciais erros devido a variações dentro do dia nas concentrações nas fezes do marcador dosado (Dove e Mayes, 2006), que podem ser reduzidos com a dosagem

realizada duas vezes por dia (Staekelum e Dillon, 1990; Dove et al., 2000). Como desvantagem do aumento da frequência de dosagem ocorre aumento das chances de alteração do comportamento dos animais que, por sua vez, pode afetar o consumo de alimento.

As diferenças encontradas na concentração platô do estado de equilíbrio nas excreções de C_{32} provavelmente sejam devidas a variações na digestibilidade da forragem consumida pelos animais utilizados no estudo da evolução diária e a diferenças nas concentrações de C_{32} natural constatadas entre as ofertas de forragem. A concentração de C_{32} nas fezes não variou significativamente entre os níveis de oferta de forragem quando se comparou o obtido pela média de todos os *testers* de cada tratamento.

4.3 Consumo de matéria seca: efeitos da correção e oferta de forragem

Independentemente da época avaliada, as estimativas de CMS pelo par $C_{31:32}$ foram significativamente afetadas pela correção, fato que indica que os alcanos desse par não apresentam taxas semelhantes de recuperação fecal, limitando seu emprego na estimativa do CMS a partir da teoria do duplo alcano (Mayes et al., 1986). Os valores de CMS corrigidos foram mais de 50% inferiores aos não corrigidos. Uma característica particular do método dos alcanos é dada pelo fato que, embora a recuperação desses nas fezes não seja completa (Mayes et al., 1986), o CMS pode ainda ser estimado usando pares de alcanos (um natural e outro dosado) que apresentam recuperações fecais similares (Dove e Mayes, 1991). Além de verificar o efeito da correção pela taxa de recuperação, o importante foi também verificar o efeito da interação com a oferta de forragem, pois o efeito da correção pode se expressar distintamente conforme o nível de oferta de forragem. O efeito significativo apresentado pela interação conduz à conclusão

de que o par $C_{31:32}$ não seja adequado para estimar o CMS. As estimativas de CMS realizadas com o par $C_{32:33}$ não foram afetadas nem pelo efeito isolado da correção nem pela interação entre os fatores correção e oferta de forragem, o que permite inferir que as recuperações dos pares de alcanos é semelhante independentemente desses fatores.

Em tese, os diferentes níveis de oferta de forragem deveriam determinar variações na abundância de alimento que repercutissem no consumo. Apesar dos pastos apresentarem melhores condições de alimentação no verão, essas condições variaram entre os tratamentos (Tabela 2), o que provavelmente deveria promover variações no CMS. A análise de regressão avaliando a relação entre a oferta de forragem e o CMS calculado com o par $C_{32:33}$ apresentou a tendência esperada, enquanto que quando realizada com as estimativas a partir do par $C_{31:32}$ isso não foi confirmado.

5. Conclusões

As análises de concentração do perfil de alcanos na forragem e nas fezes revelam ser possível identificar padrões de concentração de alcanos em função dos níveis de oferta de forragem, ao passo que esses promovem variações importantes na abundância e composição de espécies. Tal fato justifica também a utilização da técnica de alcanos em trabalhos que avaliem futuramente a seleção de dietas.

Um período mínimo de quatro dias é suficiente para obter uma concentração máxima do marcador externo C_{32} nas fezes de bovinos de corte, independente da oferta de forragem e da época do ano.

As evidências apresentadas permitem identificar que o alcano que deve ser pareado com o C_{32} dosado, quando se deseja estimar o consumo de forragem em pastagem natural do Bioma Pampa, é o natural C_{33} .

6. Agradecimentos

Este estudo foi possível devido à colaboração da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, à concessão de bolsas de estudos da CAPES e CNPq, e ao apoio do Programa de Cooperação Internacional Centros Associados de Pós-Graduação Brasil-Argentina (CAPES/SPU), processo nº 032/07.

7. Referências

- Association Of Official Analytical Chemists - AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16.ed. AOAC, Washington, DC.
- Barthram, G.T. 1985. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: Hill Farming Research Organization. [S.I.]: n/Biennial Report, p. 29-30.
- Bilenca, D.; Miñarro, F. 2004. Identificación de áreas valiosas de pastizal en las Pampas y Campos de Argentina, Uruguay y Sur de Brasil. Fundación vida silvestre, Buenos Aires.
- Bugalho, M.N.; Dove, H.; Kelman, W. et al. 2004. Plant wax alkanes and alcohols as herbivore diet composition markers. *Journal of Range Management*. 57:259–268.
- Bugalho, M.N.; Milne, J.A.; Mayes, R.W. 2002. The effects of feeding selectivity on the estimation of diet composition using the n-alkane technique. *Grass and Forage Science*, 57:224–231.
- Bugalho, M.N.; Milne, J.A.; Racey, P.A. 2001. The foraging ecology of red deer (*Cervus elaphus*) in a Mediterranean environment: is a larger body size advantageous? *Journal of Zoology*, 255:285–289.
- Carvalho, P.C.F. 2005. O manejo da pastagem como gerador de ambientes pastoris adequados à produção animal.. In: Pedreira, C.G.S.; Moura, J.C.; Silva, S.C. et al. (Eds). Teoria e Prática da Produção Animal em Pastagens. 1 ed. Piracicaba: Fealq, pp. 7-32.
- Carvalho, P.C.F.; Soares, A.B.; Garcia, E. et al. 2003. Herbage allowance and species diversity in native pastures.. In: VII International Rangeland Congress, 2003, Durban. Rangelands in the New Millennium. Irene : Document Transformation Technologies.. v. 1. pp. 858-859.
- Carvalho, P.C.F.; Kozloski, G.V.; Ribeiro Filho, H.M.N. et al. 2007. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36:151-170. (Suplemento especial).

- Coates, D.B.; Penning, P. 2000. Measuring animal performance. In: Mannetje, L., Jones, R.M. (Eds.). Field and laboratory methods for grassland and animal production research. Wallingford: CAB International. pp. 353-402.
- Cruz, P.; De Quadros, F.L.F.; Theau, J.P. et al. 2010. Leaf Traits as Functional Descriptors of the Intensity of Continuous Grazing in Native Grasslands in the South of Brazil. *Rangeland Ecology & Management*, 63:350-358.
- De Vries, M.F.W. 1995. Estimating forage intake and quality in grazing cattle: a reconsideration of the hand-plucking method. *Journal of Range Management*, 48:370-375.
- Dove, H. 1992. Using the n-alkanes of plant cuticular wax to estimate the species composition of herbage mixtures. *Australian Journal of Agricultural Research*, 43:1711-1724.
- Dove, H.; Freer, M.; Foot, J.Z. 2000. The nutrition of grazing ewes during pregnancy and lactation: a comparison of alkane-based and chromium/in vitro-based estimates of herbage intake. *Australian Journal of Agricultural Science*, 51:765-777.
- Dove, H.; Mayes, R.W. 2006. Protocol for the analysis of n-alkanes and other plant-wax compounds and for their use as markers for quantifying the nutrient supply of large mammalian herbivores. *Nature Protocols*, 1:1680-1697.
- Dove, H.; Mayes, R.W. 1991. The use of plant wax alkanes as marker substances in studies of the nutrition of herbivores: a review. *Australian Journal of Agricultural Research*, 42:913-957.
- Dove, H.; Mayes, R.W. 1996. Plant wax components: a new approach to estimating intake and diet composition in herbivores. *The Journal of Nutrition*, 126:13-26.
- Dove, H.; Mayes, R.W.; Lamb, C.S. et al. 2002. Factors influencing the release rate of alkanes from an intra-ruminal, controlled-release device, and the resultant accuracy of intake estimation in sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*, 53:681-696.
- Ferreira, L.M.M.; Oliván, M.; Garcia, U. et al., 2005. Validation of the alkane technique to estimate diet selection of goats grazing heather-gorse vegetation communities. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85:1636-1646.
- Friend, M.A.; Robards, G.E.; Lindsay, A.R. et al., 1995. The relative intake of three Merino strains under different grazing regimes estimated using alkane technology. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, Hamilton, v.55, pp. 127-129.
- Fukumoto, N.M.; Damasceno, J.C.; Côrtes, C. et al. 2007. Uso de n-alcenos na estimativa da composição botânica da dieta em ovinos alimentados com diferentes proporções de *Brachiaria decumbens* Stapf e *Arachis pintoi* Koprov e Gregory. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36:1147-1154.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2004. Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil.

JMP[®]. 2010. User's Guide: Statistical Discovery Software (Version 9). Cary, NC: SAS Inst. Inc.

Klingman, D.L.; Miles, S.R.; Mott, G.O. 1943. The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. *Journal of Society Agronomy*, 35:739-746.

Laca, E.; Ungar, E.; Seligman, N. et al. 1992. An integrated methodology for studying short-term grazing behaviour of cattle. *Grass and Forage Science*, 47:81–90.

Mayes, R.W.; Lamb, C.S.; Colgrove, P.M. 1986. The use of dosed and herbage n-alkanes as marker for the determination of herbage intake. *The Journal of Agriculture Science*, 107:161-170.

Miller, S.M.; Thompson, R.P. 2005. Seasonal patterns of diet composition, herbage intake and digestibility identify limitations to performance of weaner sheep grazing native pasture in the Falkland Islands. *Grass and Forage Science*, 60:356-366.

Molina, D.O.; Matamoros, I.; Pell, A.N. 2004. Accuracy of estimates of herbage intake of lactating cows using alkanes: comparison of two types of capsules. *Animal Feed Science and Technology*, 114:241–260.

Morais, J.A.S.; Berchielli, T.T.; Vega, A. et al. 2011. The validity of n-alkanes to estimate intake and digestibility in Nelore beef cattle fed a tropical grass (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu). *Livestock Science*, 135:184-192.

Mott, G.O.; Lucas, H.L. 1952. The design conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: *International Grassland Congress*, 6, 1952. Proceedings. Pennsylvania: State College Press, pp. 1380-1395.

Oliván, M.; Ferreira, L.M.; Celaya, R. et al. 2007. Accuracy of the n-alkane technique for intake estimates in beef cattle using different sampling procedures and feeding levels. *Livestock Science*, 106:28–40.

Oliveira, D.E.; Prates, E.R.; Peralba, M.C.R. 1997. Identificação e quantificação de n-alcenos presentes nas ceras de plantas forrageiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 26:881-886.

Pérez-Barbería, F.J.; Oliván, M.; Osoro, K. et al. 1997. Sex, seasonal and spatial differences in the diet of Cantabrian chamois *Rupicapra pyrenaica parva*. *Acta Theriologica*, 42:37–46.

Pinheiro, J.C.; Bates, D.M. 2000. *Mixed-Effects Models in S and S-Plus*. Springer-Verlag. pp. 528.

Rutter, S.M. 2007. The integration of GPS, vegetation mapping and GIS in ecological and behavioural studies. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36:63-70.

Stakelum, G.; Dillon, P. 1990. Dosed and herbage alkanes as feed intake predictors with dairy cows: The effect of feeding level and frequency of perennial ryegrass. In: *Eur. Grazing Workshop*, 7, 1990, Wageningen. Proceedings. Wageningen: Ed Institut voor Veevoedingsonderzoek. Paper M4. np.

Tilley, J.M.A.; Terry, R.A. 1963. A two-stage technique for the "in vitro" digestion of forage crop. *Journal of the British Grassland Society*, 18:104-111.

Wilm, H.G.; Costello, D.F.; Klipple, G.E. 1944. Estimating forage yield by the double sampling method. *Journal of American Society of Agronomy*, 36:194-203.

Zhang, Y.J.; Togamura, Y.; Otsuki, K. 2004. Study on the n-alkane patterns in some grasses and factors affecting the n-alkane patterns. *Journal of Agricultural Science*, 142:469-475.

5. CAPÍTULO V

Consumo diário de forragem por bovinos em pastagem natural: resposta à oferta de forragem e estrutura do pasto¹

¹Artigo científico (*Research Papers*) formatado nas normas do periódico *Rangeland Ecology and Management* (Apêndice 2).

Consumo diário de forragem por bovinos em pastagem natural: resposta à oferta de forragem e estrutura do pasto¹

RESUMO

Investigou-se a hipótese de que a estrutura do pasto, e não apenas a oferta de forragem, qualifica as condições para os bovinos manipularem o consumo diário de forragem. A investigação dessa hipótese foi conduzida em área de pastagem natural do Bioma Pampa na qual é realizado manejo de níveis de oferta de forragem (4, 8, 12 e 16% PV) com bovinos de corte desde 1986. O objetivo foi avaliar em um ambiente alimentar tão diverso, em quais condições de OF e estrutura de pasto os animais alcançariam maior consumo diário e se tais condições estariam associadas com elevadas taxas de consumo de forragem e de nutrientes. No ano de 2009 avaliou-se o efeito da oferta de forragem sobre os principais descritores da estrutura do pasto (massa de forragem, altura e frequência de touceiras) e o efeito destes sobre o tempo em pastejo, o consumo diário de matéria seca e as taxas de consumo de matéria seca e de nutrientes. Os resultados demonstraram que elevados níveis de consumo diário estiveram associados com incremento na oferta, contudo, o manejo com ofertas de forragem excessivamente elevadas pode determinar menores taxas de consumo de matéria seca e de nutrientes. As condições médias de pasto que promoveram, além de elevado consumo diário, elevada taxa de consumo de matéria seca, foi quando a oferta de forragem esteve em torno de 11% PV, com massa de forragem entre 1 500 e 2 400 kg·ha⁻¹ de MS (1 800 kgMS·ha⁻¹), altura do pasto entre 10,5 e 13,4 cm (11,9 cm) e frequência de touceiras de 30%. Nessas amplitudes também se configurou elevado consumo de nutrientes, que foi reduzido abaixo ou acima dos limites superior e inferior,

¹ Parte da tese do primeiro autor, como requisito para obtenção do título de Doutor em Zootecnia, área de Concentração Plantas Forrageiras, UFRGS.

indicando o potencial de uso de metas de pasto como forma de construir ambientes pastoris que possibilitem elevado consumo de forragem e de nutrientes.

Palavras-chave: intensidade de pastejo, tempo de pastejo, taxa de consumo, alcanos, touceiras, Bioma Pampa

1. Introdução

O consumo de forragem é o principal fator afetando o desempenho de herbívoros domésticos (Hodgson, 1990; Noller et al., 1996). As pastagens contém as quantidades necessárias de nutrientes para suprir os requerimentos de ruminantes, mas se encontram de forma dispersa no espaço (Carvalho et al., 2010). Estudos indicam que o consumo explica entre 60-90% das variações em desempenho animal, e que entre 10-40% das variações seriam explicadas pela concentração de nutrientes no alimento (Van Vuuren, 1994). Isso leva a considerar que as inferências e os modelos preditivos devam abranger as características estruturais do pasto, pois, segundo Hodgson (1990), condições limitantes ao pastejo não conseguem ser compensadas por valores elevados de digestibilidade. Dessa forma, para enfrentar o desafio de alimentar-se e conseguir suprir suas necessidades nutricionais, os animais devem explorar o ambiente e adaptar suas estratégias de alimentação às condições prevalecentes. Nesse contexto, metas de manejo do pastejo deveriam estar continuamente associadas à “construção” de ambientes alimentares que proporcionassem condições adequadas ao consumo de forragem e de nutrientes (Bailey, 2005; Carvalho et al., 2009b).

A intensidade de pastejo é um dos principais requisitos a ser controlado quando da utilização de áreas que provêm o recurso alimentar para ruminantes domésticos, uma

vez que determina a abundância de alimento disponível e apresenta impactos importantes sobre a estrutura do pasto e no valor nutritivo da forragem disponível. O ajuste na oferta de forragem (OF) reflete uma forma de controlar a intensidade de pastejo (Nabinger, 1998). Como variável controle foi utilizada em boa parte dos protocolos experimentais que investigaram o manejo em pastagens naturais no bioma Pampa (Carvalho et al., 2009a), parte brasileira do ecossistema Campos Sulinos (Pallarés et al., 2005). De forma geral, constatou-se os benefícios da utilização de OF moderada sobre a produção e qualidade do ambiente pastoril. Contudo, há um limitado entendimento das relações de causa-efeito entre plantas e animais quando do emprego dessa ferramenta de manejo devido ao fato de não se ter controle mais preciso sobre a forma como a forragem é oferecida e encontra-se distribuída aos animais (Hodgson et al., 1985).

A avaliação da condição do pasto tem tradicionalmente enfatizado medições sobre características, como biomassa, altura e composição botânica e química. Essa ênfase se baseia na suposição implícita de que essas características têm algum significado para o consumo de forragem e, conseqüentemente, para o desempenho animal (Searle et al., 2007). Os atributos do pasto que determinam o consumo de nutrientes não se referem somente à concentração química de elementos, mas também à disposição física do pasto, particularmente sua distribuição vertical e horizontal. Isso decorre do fato de que a estrutura do pasto influencia a taxa de ingestão de nutrientes afetando, assim, o alcance do estado de saciedade por parte do animal (Provenza et al., 2007).

Com o propósito de compreender as relações planta-animal em um ambiente pastoril complexo, investigou-se a hipótese de que a estrutura do pasto, e não somente a OF, qualifica as condições que determinam o consumo diário de forragem. A

investigação dessa hipótese foi conduzida em uma área sob a qual é realizado o manejo de níveis de OF com lotação contínua de bovinos de corte desde 1986. Os níveis de OF ao longo desses 25 anos determinaram condições de alimentação claramente contrastantes. O objetivo deste trabalho é avaliar, num ambiente alimentar tão diverso como as pastagens naturais, em quais condições de OF e estrutura do pasto os animais alcançariam maior consumo diário e se tais condições estariam associadas com elevadas taxas de ingestão de forragem e de nutrientes. Os resultados devem contribuir ao entendimento dos mecanismos e estratégias de alimentação dos animais, favorecendo o estabelecimento de metas de manejo do pastejo bem sustentadas e baseadas em características do pasto com as quais os animais se defrontam e interagem.

2. Métodos

2.1 Local e delineamento experimental

O experimento foi conduzido em área de pastagem natural representativa do Bioma Campos e pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (lat 30°05'S, long 51°40'W e altitude de 46 m). Essa área vem desde 1986 sendo manejada sob lotação contínua com níveis de OF para bovinos de corte, via emprego da técnica *put and take* (Mott e Lucas, 1952). Os tratamentos consistiram de quatro níveis de OF: 4, 8, 12 e 16 kg de matéria seca para cada 100 kg de peso vivo por dia ($\text{kgMS} \cdot 100\text{kgPV}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$, ou % PV) que foram aferidos, em média, a cada 28 dias (para detalhes do procedimento de ajuste da OF o leitor é referido a consultar Soares et al. (2005)). Não houve nenhuma outra intervenção antrópica, como fertilização, irrigação, fogo e roçada realizada na área experimental.

O experimento foi delineado em blocos (por tipos de solo) com duas repetições. O tamanho da unidade experimental (UE) variou entre 3,0-5,2 ha. Os 25 anos de histórico

de uso da área resultaram em diferentes composições florísticas e estruturas de pasto (Neves et al., 2009a). Nas UEs manejadas com baixa OF (e.g., 4% PV) existe apenas um estrato de vegetação, menos heterogêneo e com perfil prostado (estrato inferior), onde ocorre com maior frequência gramíneas dos gêneros *Paspalum*, *Axonopus*, *Piptochaetium* e *Coelorachis*. Já nas OFs mais elevadas ocorrem touceiras no chamado estrato superior, formadas principalmente por espécies dos gêneros *Aristida*, *Eryngium*, *Andropogon*, *Bacharis* e *Vernonia*, configurando uma estrutura de pasto do tipo bimodal e dispersa em mosaico.

2.2 Animais e período experimental

Os animais experimentais foram novilhas mestiça, oriundas de cruzamentos entre as raças Angus e Hereford (*Bos taurus taurus*) e Nelore (*Bos taurus indicus*), com idade média de 15 meses quando da entrada nas UEs em 15/11/2008. As avaliações foram realizadas em duas estações do ano: verão (11/01 a 07/03/2009) e primavera (27/10 a 05/12/2009). As novilhas foram pesadas no início e no final de cada estação, e apresentaram peso corporal de 174 kg \pm 3,9 EPM e 206 kg \pm 4,6 EPM no verão e primavera, respectivamente. Em cada estação foram realizadas medições para caracterizar a estrutura do pasto e dosificações com alcanos para estimar o consumo diário de MS (CMS) e o valor nutritivo da forragem aparentemente consumida pelas novilhas.

2.3 Estrutura dos pastos

A estrutura dos pastos foi avaliada por amostragens em cada UE. No verão realizou-se uma amostragem para cada 200m² (grid de 10 x 20 m) enquanto na primavera as amostragens foram aleatoriamente distribuídas até alcançar um mínimo de 50 pontos exclusivamente no estrato inferior dos pastos. As amostragens foram

realizadas com auxílio de uma moldura de ferro de 0,5 x 0,5 m. Avaliou-se a massa de forragem (MF, kgMS·ha⁻¹) e a altura do pasto (ALT, cm) quando a moldura representava exclusivamente o estrato inferior. Para estimar a MF foi utilizada a técnica de dupla amostragem descrita por Wilm et al. (1944), enquanto que a ALT foi medida com auxílio de um bastão graduado segundo método proposto por Barthram (1985) em cinco toques por moldura. Quando a amostra dentro da moldura foi representada por touceira, registrou-se sua frequência de ocorrência (TOUC, %), expressa como porcentagens do total de pontos amostrados.

Após as amostragens para estimativa da MF, ALT e TOUC, dez amostras de forragem por UE foram cortadas no nível do solo no interior da mesma moldura de ferro alocada somente em local representado por estrato inferior. A forragem cortada foi recolhida em sacos de papel, secas em estufa de circulação forçada de ar a 60°C durante um período mínimo de 72 horas e pesadas. Os pesos das amostras foram utilizados para ajustar as estimativas visuais da MF em cada avaliação utilizando regressão linear ($y = a + bx$) entre a MF atribuída pelo avaliador (x) e a MF colhida (y) na amostra.

Para verificar se as OFs preconizadas foram alcançadas em cada época do ano, calculou-se a oferta de forragem real (OFR, % PV) conforme a seguinte equação: $OFR (\% PV) = ((MF / n + TAC) / TL) * 100$. Onde: n = número de dias de cada período avaliado; TAC = taxa diária de acúmulo de MS, em kgMS·ha⁻¹·dia⁻¹; e TL = taxa de lotação animal, em kgPV·ha⁻¹. A TAC utilizada na equação foi estimada com o uso de quatro gaiolas de exclusão ao pastejo por UE alocadas exclusivamente no estrato inferior do pasto, conforme método proposto por Klingman et al. (1943).

2.4 Dosificação de alcano C₃₂ e coleta de fezes e de forragem

Três animais *testers* foram sorteados por UE ($n = 24$) e dosificados duas vezes por dia (8:00h e 16:00h) com cápsula de celulose contendo $176,5 \text{ mg} \pm 1,82 \text{ EPM}$ do alcano C_{32} (97%, Sigma-Aldrich Corp., St. Louis, MO, USA) durante 12 dias ininterruptos: 16 a 27/02 (verão) e 11 a 22/11/2009 (primavera). A partir do sétimo dia foi realizada a coleta de fezes *per rectum* de forma concomitante ao procedimento de dosificação. As amostras foram identificadas, embaladas individualmente em sacos plásticos e armazenadas em *freezer*. Após o término do período de coleta, as amostras de cada animal foram descongeladas, agrupadas, homogeneizadas e colocadas em estufa à 60°C por 72 horas. Depois de secas, foram moídas em moinho tipo *Willey* com peneira 18 mesh, identificadas e armazenadas em sacos plásticos para posterior análise dos alcanos.

Amostras de forragem foram coletadas para quantificar o perfil de alcanos e o valor nutritivo da forragem. Para obtenção da amostra de forragem consumida pelos animais utilizou-se a técnica do pastejo simulado (De Vries 1995) entre os dias 7 e 10 do período de dosificação e coleta de fezes. Nos dias anteriores à coleta de forragem, os animais foram monitorados com auxílio de aparelhos GPS (CAPÍTULO III) e gravadores acústicos ajustados aos animais *testers* (item 2.6). O intuito foi analisar os registros sonoros (CAPÍTULO II) e determinar os locais da pastagem sob maior atividade de pastejo para, então, realizar, nesses locais, a coleta da forragem aparentemente consumida. As amostras de forragem foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 60°C por pelo menos 72 horas. Em seguida, as amostras secas foram moídas em peneira 18 mesh e armazenadas em recipientes plásticos para posterior análise.

2.5 Análises laboratoriais

Todas as análises de valor nutritivo da forragem e de alcanos na forragem e nas fezes foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da EMBRAPA (Bagé, Brasil). As amostras de forragem foram analisadas em duplicata para a composição química: proteína bruta (PB; AOAC, 1995), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA; Goering e Van Soest, 1970), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO; Tilley e Terry, 1963). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) da forragem aparentemente consumida foram estimados pela multiplicação do teor de matéria orgânica pela DIVMO.

A determinação dos alcanos presentes na forragem e nas fezes seguiu o protocolo proposto por Dove e Mayes (2006). A identificação e quantificação dos alcanos foram realizadas por meio de cromatografia gasosa (GC) usando um cromatógrafo SHIMADZU GC-2010 equipado com detector de ionização de chama, um carretel autosampler AOC-20S e um injetor autoinjector AOC-20i. Os alcanos extraídos foram injetados (1µl) para dentro de uma coluna Rtx®-5 RESTEK (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm, absorvente composto por 5% difenil e 95% dimitil polisiloxane). O gás de arraste foi o N² a um fluxo constante de 30 ml·min⁻¹. Gradientes de temperatura foram controlados para o injetor (270°C) e a coluna (170°C por 1 min; 30°C·min⁻¹ até 215°C espera de 1 min e 6°C·min⁻¹ para 300°C; 21 min). A temperatura do FID foi mantido a 340°C. O procedimento de GC foi calibrado com uma solução de padrão externo contendo uma mistura sintética dos alcanos C₇ a C₄₀ (> 99% de pureza, Sigma-Aldrich Corp., St. Louis, MO, USA) com concentrações similares aquelas encontradas nos extratos. As áreas dos picos cromatográficos correspondentes a cada alcano foram determinadas utilizando-se o software *Shimadzu GC Solution*, no qual a identificação dos alcanos se baseou na comparação com o padrão externo pelo tempo de retenção

médio de cada alcano na coluna. Os picos identificados foram convertidos em quantidades de alcanos tomando por referência o padrão interno C₃₄ e expressos em mg·kgMS⁻¹ de fezes e de forragem.

2.6 Tempo de pastejo

A observação do tempo diário de pastejo (TP, min) foi realizada em dois animais *testers* por UE nos dias 10 e 12/02 (verão) e 19 e 21/11/2009 (primavera). Em cada dia avaliou-se apenas as UEs do mesmo bloco. Para estimar o TP foi utilizada a técnica bioacústica conforme proposto por Da Trindade (CAPITULO II). Para captar o som, foram utilizados buçais que permitiam que o microfone fosse ajustado à frente do animal e a sustentação de um gravador digital de voz (Sony[®], ICD-P620) para gravar e armazenar os registros sonoros dos animais por 24h. Os buçais foram sempre colocados nos animais pela manhã e retirados na manhã do dia seguinte. Os registros foram posteriormente transferidos para um computador e convertidos no formato '.aif'. Os registros sonoros foram analisados no software Sound Forge[®] v.9, conforme proposto por Da Trindade (CAPITULO II).

2.7 Cálculos

O CMS (kgMS·100kgPV⁻¹·dia⁻¹, ou % PV) foi estimado a partir da razão entre a concentração de alcanos naturais e o dosificado (C₃₃/C₃₂) obtidos nas amostras de forragem e fezes, de acordo com equação proposta por Mayes et al. (1986):

$$CMS = \frac{\left(\frac{F_{C33} \times \frac{D_{C32}}{F_{C32}}}{H_{C33} - \frac{F_{C33} \times H_{C32}}{F_{C32}}} \right) \times 100}{PV}$$

Onde D_{C32} é a dose diária (mg) do alcano sintético C₃₂ nos péletes de celulose, F_{C33} e H_{C33} são respectivamente as concentrações (mg·kgMS⁻¹) de C₃₃ nas fezes e na

forragem, F_{C32} e H_{C32} são respectivamente as concentrações ($\text{mg}\cdot\text{kgMS}^{-1}$) de C_{32} nas fezes e na forragem e PV é o peso vivo dos animais (kg).

O consumo de NDT (CNDT) e o consumo de PB (CPB) foram estimados pela multiplicação do CMS pela concentração de NDT e de PB na forragem, respectivamente. A taxa de consumo de MS (TXCMS), de NDT (TXCNDT) e de PB (TXCPB) foram obtidas pela razão entre o consumo diário dessas frações e o TP, sendo expressas em $\text{mg}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kgPV}^{-1}$.

2.8 Análises estatísticas

Como o objetivo não foi o de estudar o efeito de épocas do ano, testou-se a possibilidade matemática de que todos os modelos fossem gerados utilizando-se os dados das duas épocas ($n = 16$). Para tanto conduziu-se o Teste de Levene, no software SAS v.9, que revelou a homogeneidade de variâncias entre as épocas do ano ($P > 0,05$) para as variáveis utilizadas nos modelos: OFR, MF, ALT, TOUC, PB, FDN, FDA, DIVMS, DIVMO, TP, CMS, CNDT, CPB, TXCMS, TXCNDT e TXCPB. Dessa forma, as variáveis citadas foram analisadas a partir do conjunto de dados de ambas as épocas do ano.

As características do pasto (MF, ALT e TOUC), a composição química (PB, FDN, FDA, DIVMS e DIVMO) da forragem aparentemente consumida, além das variáveis TP, consumo diário e taxa de consumo foram analisadas por modelos de regressão linear e quadrática. O modelo de resposta da OFR foi gerado a partir dos valores de OF preconizados, enquanto os demais modelos que envolveram OF foram gerados a partir de valores de OFR. A seleção dos modelos foi baseada nos coeficientes de determinação (R^2), considerando o nível de 5% de significância para as equações de regressão. Em todos os modelos retirou-se o efeito de bloco e todas as análises de

regressão foram realizadas no software SAS[®] v.9, utilizando o procedimento REG. Na sequência, realizou-se uma análise multivariada de componentes principais (PCA) com as variáveis OFR, MF, ALT e TOUC, selecionando-se para a ordenação os dois componentes de maior contribuição para explicar a variação total. A significância dos componentes principais foi testada considerando o nível de 5% de significância ($P < 0,05$). Gráficos tridimensionais de contorno (“*contour plot*”) foram gerados na opção *Graph* do software JMP[®] v.9 utilizando as variáveis MF e ALT para analisar descritivamente as variáveis TP, CMS e TXCMS.

3. Resultados

Os valores de OFR foram inferiores aos preconizados, variando entre 3,4 e 13,4% PV. Contudo, o requisito inicial de haver gradiente na oferta foi satisfeito (Tabela 1). Algumas características dos pastos, como ALT, MF e TOUC apresentaram respostas lineares positivas em função do aumento da OFR. Outras apresentaram respostas negativas, tais como PB, DIVMS e DIVMO.

Tabela 1. Características estruturais médias dos pastos e composição química médias da forragem colhida por simulação de pastejo em pastagem natural manejada sob níveis de oferta de forragem.

Características do pasto	Oferta de forragem (%PV)				Modelo	Valor <i>P</i>	<i>R</i> ²	EPM
	4	8	12	16				
OFR (% PV)	3,4	6,8	10,5	13,4	OFR=1,81+0,83OF	< 0,0001	0,73	0,141
MF (kgMS·ha ⁻¹)	685	1 523	1 864	2 283	MF=-55,4+166,7OFR	< 0,0001	0,79	23,65
ALT (cm)	4,8	8,7	11,2	13,2	ALT=0,97+0,84OFR	< 0,0001	0,78	0,122
TOUC (%)	0,8	19,0	26,4	36,3	TOUC=-10,8+2,5OFR	0,0002	0,68	0,48
PB (%)	12,6	11,1	10,6	10,1	PB=13,1-0,25OFR	0,0040	0,49	0,072
FDN (%)	86,7	86,3	84,5	88,4	-	0,5647	-	-
FDA (%)	40,9	41,0	49,3	42,8	FDA=30,7+3,6OFR-0,2OFR ²	0,0265	0,41	0,073
DIVMS (%)	42,5	38,7	34,9	34,3	DIVMS=42,7-0,89OFR	0,0005	0,64	0,194
DIVMO (%)	42,4	37,5	34,3	33,5	DIVMO=42,4-0,92OFR	0,0004	0,65	0,193

OFR = oferta de forragem real; MF = massa de forragem; ALT = altura do pasto; TOUC = ocorrência de touceiras; PB = proteína bruta; FDN = fibra detergente neutro; FDA = fibra detergente ácido; DIVMS = digestibilidade *in vitro* da matéria; DIVMO = digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica.

A PCA com a variável OFR e as variáveis do pasto apresentou dois componentes principais significativos (Figura 1). O componente principal 1 representou 86% da variação total e os pontos se posicionaram ao longo deste componente demonstrando o contraste dentro e entre tratamentos, assim como um gradiente de variabilidade. O peso de cada variável sobre o componente 1 e a direção em relação a este componente foi semelhante entre as variáveis. A ordenação multivariada mostrou que o tratamento 4% PV foi o que apresentou os pontos mais próximos, revelando uma condição de OFR e estrutura do pasto menos heterogênea, diferenciando este tratamento em relação aos demais. Sob os tratamentos de maior OF verificou-se maior variabilidade constatada sob os dois componentes principais. O componente principal 2 apresentou maior correlação com TOUC, seguida por correlação negativa com MF.

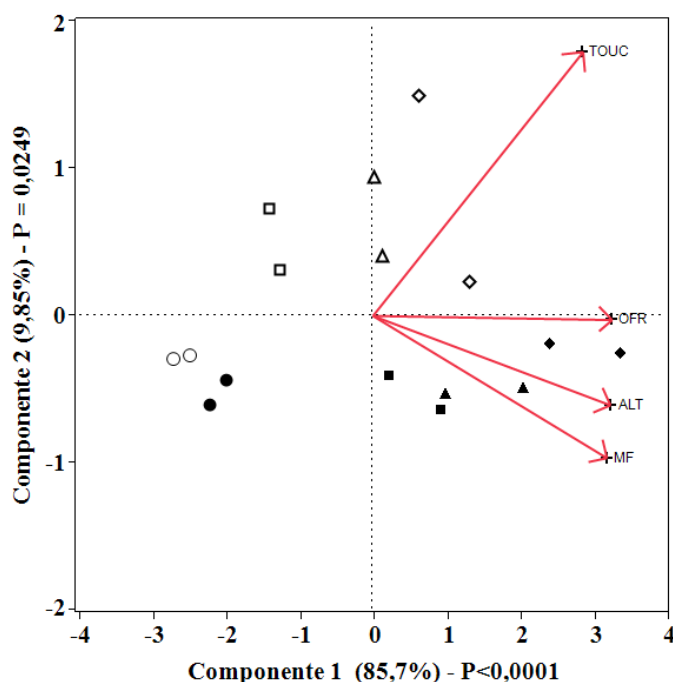


Figura 1. Análise de componentes principais (PCA) para variáveis da estrutura do pasto e oferta de forragem real. OFR = oferta de forragem real (% PV), MF = massa de forragem (kgMS/ha), ALT = altura do pasto (cm) e TOUC = ocorrência de touceiras (%). Os valores de correlação entre OFR, MF, ALT e TOUC com o componente principal 1 são 0,96; 0,94; 0,95 e 0,84 e com o componente principal 2 são -0,01; -0,45; -0,29 e 0,84, respectivamente. Oferta de forragem preconizada: verão - ● = 4% PV, ■ = 8% PV, ▲ = 12% PV, ◆ = 16% PV; primavera - ○ = 4% PV, □ = 8% PV, △ = 12% PV, ◇ = 16% PV.

Devido à constatação de gradiente de OFR e de estrutura do pasto, modelos de regressão linear e quadrática foram testados para analisar o efeito dessas características sobre o TP, o consumo diário e a taxa de consumo das novilhas (Tabela 2). A OFR e a TOUC não alteraram o TP, contudo MF e ALT afetaram significativamente. Os modelos quadráticos indicaram que o TP diminuiu até valores de 1 570 kgMS·ha⁻¹ de MF e 10,2 cm de ALT. O CMS foi explicado por modelos lineares, enquanto que o CPB não foi explicado por nenhum modelo com as variáveis testadas. A TXCMS foi afetada pela OFR, MF e ALT e explicada por modelos de regressão quadrática. Os valores máximos de TXCMS estimados pelos modelos foram constatados quando a OFR, MF e ALT apresentaram valores de 10,9% PV, 1 835 kgMS·ha⁻¹ e 11,9 cm, respectivamente.

Já a TXCNDT e PB foi maximizada aos 10,7 e 10,3 cm de ALT, respectivamente. Os modelos lineares explicaram melhor o efeito da TOUC sobre o padrão de consumo de MS e de nutrientes.

Tabela 2. Análise de regressão entre as variáveis oferta de forragem real (% PV), massa de forragem (kgMS·ha⁻¹), altura do pasto (cm) e frequência de touceiras (%) com as variáveis resposta tempo de pastejo (min), consumo (% PV) e taxa de consumo (mg·min⁻¹·kgPV⁻¹) de MS, proteína bruta e nutrientes digestíveis totais por novilhas de corte em pastagem natural.

Variáveis		Efeito (=Valor P)			Modelo	R ²	EPM
Resposta (y)	Independente (x)	L	Q				
TP (min)	OFR (% PV)	0,8463	0,0872	ns		-	-
	MF (kgMS·ha ⁻¹)	0,6335	0,0320	y=682,6-0,26x+8,3e ⁻⁵ x ²	0,34	3,43e ⁻⁵	
	ALT (cm)	0,7833	0,0327	y=842,0-55,3x+2,7x ²	0,33	1,11	
	TOUC (%)	0,1198	0,1602	ns		-	-
CMS (%PV)	OFR (% PV)	0,0012	0,0926	y=2,32+0,08x	0,65	0,019	
	MF (kgMS·ha ⁻¹)	0,0080	0,1935	y=2,52+3,7e ⁻⁴ x	0,54	1,2e ⁻⁴	
	ALT (cm)	0,0163	0,0848	y=2,49+0,067x	0,49	0,02	
	TOUC (%)	0,0010	0,3211	y=2,75+0,027x	0,66	0,006	
CNDT (%PV)	OFR (% PV)	0,1770	0,4350	ns		-	-
	MF (kgMS·ha ⁻¹)	0,4634	0,5189	ns		-	-
	ALT (cm)	0,6005	0,0836	ns		-	-
	TOUC (%)	0,0441	0,0999	y=0,82+0,004x	0,37	0,0020	
CPB (%PV)	OFR (% PV)	0,2702	0,3192	ns		-	-
	MF (kgMS·ha ⁻¹)	0,6455	0,4252	ns		-	-
	ALT (cm)	0,6500	0,1415	ns		-	-
	TOUC (%)	0,1174	0,2496	ns		-	-
TXCMS (mg·min ⁻¹ ·kgPV ⁻¹)	OFR (% PV)	0,0519	0,0216	y=23,8+7,2x-0,33x ²	0,61	0,124	
	MF (kgMS·ha ⁻¹)	0,1504	0,0255	y=28,6+0,044x-1,2e ⁻⁵ x ²	0,54	4,6e ⁻⁶	
	ALT (cm)	0,1080	0,0156	y=3,12+9,5x-0,4x ²	0,58	0,141	
	TOUC (%)	0,0004	0,9619	y=50,8+0,67x	0,69	0,141	
TXCNDT (mg·min ⁻¹ ·kgPV ⁻¹)	OFR (% PV)	0,4531	0,0730	ns		-	-
	MF (kgMS·ha ⁻¹)	0,4634	0,0591	ns		-	-
	ALT (cm)	0,8460	0,0084	y=1,72+2,68x-0,13x ²	0,50	0,040	
	TOUC (%)	0,0108	0,7982	y=14,8+0,14x	0,46	0,049	
TXCPB (mg·min ⁻¹ ·kgPV ⁻¹)	OFR (% PV)	0,5287	0,0772	ns		-	-
	MF (kgMS·ha ⁻¹)	0,5641	0,0584	ns		-	-
	ALT (cm)	0,8260	0,0260	y=1,13+0,92x-0,043x ²	0,43	0,0169	
	TOUC (%)	0,0334	0,9294	y=5,7+0,05x	0,39	0,021	

OFR = oferta de forragem real, MF = massa de forragem, ALT = altura do pasto, touc = ocorrência de touceiras, TP = tempo de pastejo, CMS = consumo de MS, CNDT = consumo de NDT, CPB = consumo de PB, TXCMS = taxa de consumo de matéria seca, TXCNDT = taxa de consumo de NDT, TXCPB = taxa de consumo de PB. ns = não significativo.

Na Figura 2 são apresentados gráficos tridimensionais de contorno que relacionam as principais variáveis de estrutura do pasto identificadas pelos modelos de regressão,

MF e ALT, com o TP, CMS e TXCMS. Elevado TP, acima de 10 horas diárias, foi registrado quando a MF e ALT apresentaram-se abaixo de $1\ 010\ \text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$ e 5,8 cm, e acima de $2\ 300\ \text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$ e 13,8 cm, respectivamente. Os primeiros valores foram observados no tratamento 4% PV, enquanto os demais referem-se a um valor observado no tratamento 12% PV e dois referentes ao tratamento 16% PV. Já a resposta em CMS aumentou com o incremento concomitante na MF e ALT, até aproximadamente $2\ 700\ \text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$ e 16 cm de ALT. O CMS variou quase 100% entre as condições que propiciaram aos animais colherem as maiores e menores quantidades de forragem. Os valores médios de CMS foram 1,97; 2,24; 2,85 e $3,00 \pm 0,210$ % PV para os tratamentos 4, 8, 12 e 16 % PV, respectivamente. Os maiores valores de TXCMS, acima de $65\ \text{mgMS}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kgPV}^{-1}$, foram registradas em condições de estrutura do pasto caracterizadas por MF variando entre $1\ 500$ e $2\ 400\ \text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$ e ALT entre 10,5 e 13,4 cm. Abaixo ou acima dessas condições, delimitadas pelos gráficos tridimensionais, houve redução na TXCMS de forragem pelas novilhas.

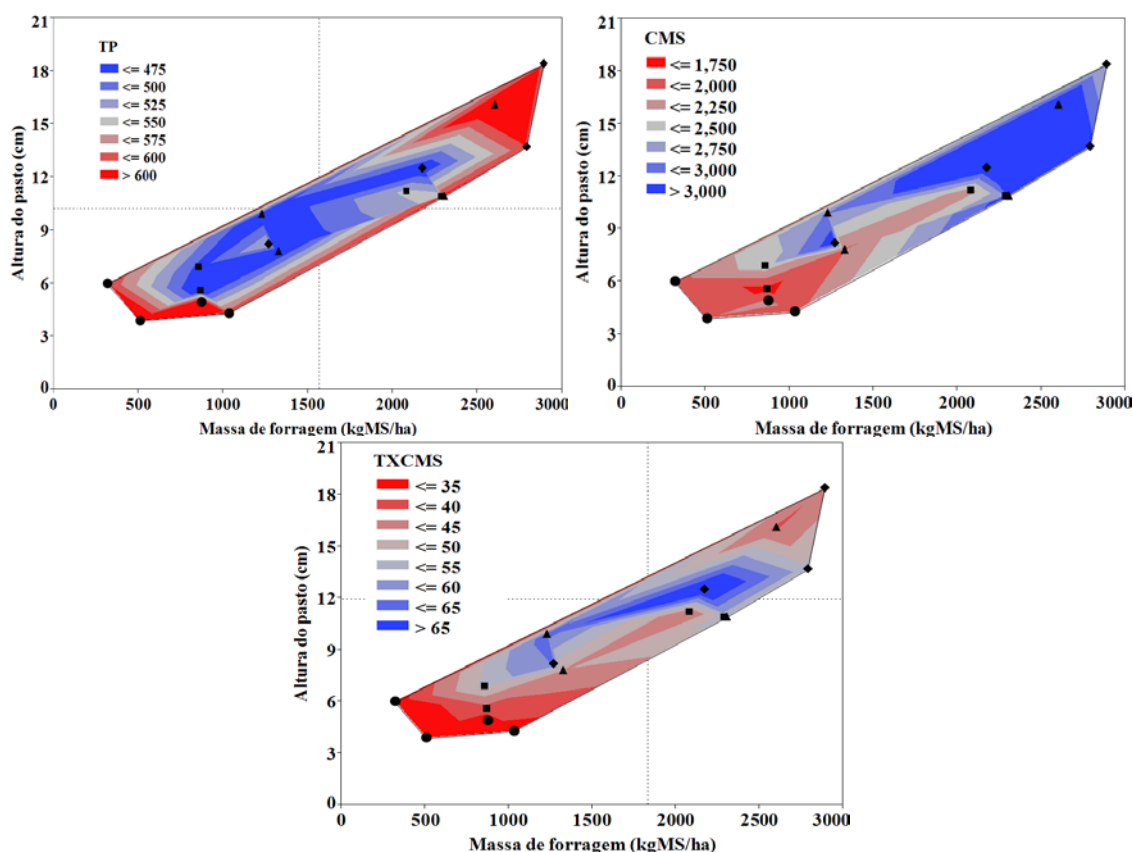


Figura 2. Relações tridimensionais entre a massa de forragem ($\text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$) e altura do pasto (cm) com tempo de pastejo diário (TP, min), consumo diário de MS (CMS, % PV) e taxa de consumo de MS (TXCMS, $\text{mgMS}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kgPV}^{-1}$) de novilhas em pastagem natural do bioma Pampa manejada com níveis de oferta de forragem (% PV). As linhas pontilhadas perpendiculares aos eixos x e y representam, respectivamente, os valores de MF e ALT que determinam os menores valores de TP e maiores de TXCMS verificados a partir dos modelos de regressão. Oferta de forragem preconizada: ● = 4% PV, ■ = 8% PV, ▲ = 12% PV, ◆ = 16% PV.

4. Discussão

Verificou-se que as intensidades de pastejo, via manejo da OF, resultaram em um gradiente de condições de abundância de forragem, valor nutricional e de estrutura do pasto. Além disso, também resultaram em gradientes de heterogeneidade, como demonstrado pela PCA. Isso confirma que o manejo baseado em OF, modificando a abundância de forragem, não resulta em controle estrito da estrutura do pasto, tampouco sua predição. Isso é verdadeiro em particular para níveis moderados e elevados de oferta

de forragem, indicando que variações em estrutura do pasto podem implicar também em alterações nas estratégias de forrageamento, tanto quanto ou mais do que a quantidade disponível de alimento por animal *per se*.

Sobre os modelos de resposta animal e estrutura do pasto em relação à OF, observou-se que existe uma estrutura de pasto que permite aos animais dedicarem menos tempo à atividade de pastejo ($1\ 570\ \text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$ e 10,2 cm). Essa condição está muito próxima àquela que determina as maiores TXCMS ($1\ 830\ \text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$ e 11,9 cm) e de nutrientes (10,5 cm). Mezzalira (2009) desmembrou o TP e estimou os tempos relacionados aos processos de colheita e procura. O autor verificou que a diminuição no tempo de colheita foi superior ao incremento no tempo dedicado à atividade de procura. Esta interação levou à inflexão no TP a partir de 14% PV de OF.

Pinto et al. (2007) não encontraram relação entre o TP por novilhos e a OF, em experimento realizado na mesma pastagem natural do presente trabalho. No entanto, quando se considerou apenas o estrato inferior do pasto, o TP aumentou 67 minutos para cada centímetro de decréscimo na altura do estrato pastejado (estrato inferior). Observou-se, neste trabalho, que o animal atinge TP de $10\ \text{h}\cdot\text{dia}^{-1}$ quando a altura do pasto encontra-se abaixo de 6 cm e acima de 13 cm, indicativo de condições bastante restritivas ao pastejo (Hodgson, 1990). Mezzalira (2009) observou ganhos de peso individuais 2,5 vezes menores em animais que pastejaram por mais de $11\ \text{h}\cdot\text{dia}^{-1}$ comparado aos que dedicaram apenas $8\ \text{h}\cdot\text{dia}^{-1}$ à essa atividade, indicando que desempenho animal está diretamente associado ao consumo diário e elevada taxa de ingestão de forragem.

Há um gasto energético envolvido no processo de pastejo que pode ser mais ou menos importante. Em situações de elevado TP, a energia gasta na colheita tem maior

impacto no gasto total de energia em pastejo. A energia requerida no bocado, em si, é uma insignificante parte dos requerimentos de manutenção (Stobbs, 1975), mas o custo energético das atividades associadas com o pastejo pode alcançar um total entre 25-50% dos requerimentos diários de energia dos animais (Osuji, 1974). Portanto, a minimização da atividade de pastejo poderia diminuir gastos importantes de energia (Krysl e Hess, 1993) e permitir que essa fosse aproveitada para gerar desempenho animal. Mezzalira (2009) observou que com o aumento da OF os animais exerceram oportunidade de seleção até uma OF de 14% PV ou ALT de 7,5 cm. A partir de então, a seletividade foi diminuída por conta da maior distância entre estações alimentares disponíveis.

Reforçando as evidências de que a estrutura do pasto tem efeito mais contundente sobre o consumo e desempenho animal que a OF, Mezzalira (2009) observou forte interação entre MF e épocas do ano dentro da mesma OF. Por exemplo, o autor observou ganhos diários de 643 e 398 g·animal⁻¹ com MF de 987 e 1 592 kgMS·ha⁻¹, respectivamente. Isso reforça a hipótese deste trabalho, de que o TP associa-se com inúmeras variáveis do pasto, do animal, do ambiente e da planta. Observando os valores de TXCNDT e TXCPB pode-se inferir que possíveis inflexões no ganho de peso individual entre as OF 12 e 16% PV, já observadas por diversos autores utilizando esse tipo de protocolo (Soares et al., 2005; Santos, 2007; Neves et al., 2009b; Mezzalira, 2009), são explicados por fatores comportamentais. A maioria das pesquisas tem relacionado a menor produção animal em condições de elevada OF ao baixo valor nutritivo do pasto (Maraschin, 2001). Porém, recentemente Soares (2002) demonstrou que o valor nutritivo da forragem aparentemente consumida pelos animais praticamente não é afetado pelo nível de OF imposto. O que se observa é que o animal consegue

consumir uma dieta de maior valor nutritivo do que a média que lhe é apresentada (Hodgson, 1990). Porém, o aumento excessivo da OF traz consigo fatores complicadores do processo ingestivo que modificam a estrutura do pasto e comprometem a taxa de ingestão de forragem (Gonçalves et al., 2009; Bremm, 2010). Em escala diária, esses fatores podem exigir do animal maior gasto de tempo em pastejo, resultando em redução de desempenho (Carvalho et al., 2010).

É difícil determinar efeitos independentes da estrutura do pasto sobre o comportamento ingestivo porque variáveis do pasto são, em geral, altamente correlacionadas em pastagens naturais (Demment e Laca, 1993), como indicado pela PCA neste trabalho. Isso conduz ao conceito de que algumas características estruturais podem ser combinadas para facilitar o entendimento das decisões de forrageamento de ruminantes em pastejo (Tharmaraj et al., 2003). Abaixo de 1 000 kgMS·ha⁻¹ e 6 cm de ALT, o elevado TP não compensou o baixo CMS, configurando-se uma condição em que a TXCMS foi quase 100% inferior comparativamente aos maiores valores encontrados. Sob essas condições de limitação da estrutura do pasto, o animal inicialmente aumenta a taxa de bocados (Gonçalves et al., 2009; Mezzalira, 2009). Considerando que o número de movimentos mandibulares diários é praticamente constante (Ungar, 1996), o aumento da taxa de bocados significa que o animal está consumindo bocados de menor massa, visto que a profundidade do bocado é frequentemente constante e corresponde a metade da altura do pasto (Ungar et al., 1991; Laca et al., 1992; Gonçalves et al., 2009). Porém, a estratégia do animal em dedicar maior número de movimentos mandibulares para colheita pode não compensar a baixa taxa de consumo (Figura 2c). Isso determina que, para manter o consumo diário, os

animais necessitam aumentar o TP (Figura 2a; Stobbs, 1973; Penning, 1986; Erlinger et al., 1990) dentro de limites que eles possam manipular.

Os resultados do presente trabalho demonstraram que o CMS é incrementado quando os animais defrontam-se com alimento em abundância. Contudo, o TP pode ser elevado mesmo em condições de abundância de alimento, implicando num processo de aquisição de alimento que não está sendo otimizado. A Figura 2 demonstra esse cenário, em que apesar do elevado CMS constatado com o aumento da disponibilidade de alimento, a ineficiência no pastejo pode conduzir à elevada duração dessa atividade ou ao aumento no custo de seleção, limitando até mesmo incrementos em desempenho dos animais em condições de oferta abundante de alimento (Mezzalira, 2009).

A partir dos resultados apresentados na Tabela 2 observa-se que o animal utiliza estratégias de compensação quando a estrutura do pasto oferece fatores complicadores ao processo ingestivo (Laca, 2008). Para compensar a inflexão na TXCMS que ocorre em 10,9% PV de OF e corresponde a 11,9 cm de ALT, o animal aumenta o TP. No entanto, a TXCNDT e TXCPB, por apresentarem inflexão com ALT em 10,3 e 10,7 cm, respectivamente, reforçam que a estratégia do animal em aumentar o TP não compensa a diminuição em taxa de consumo de nutrientes, o que pode determinar menor desempenho animal nessas condições de pasto (Mezzalira, 2009). Assim, o processo de pastejo pode ser limitado por conta da dispersão da forragem, seja vertical ou horizontalmente no pasto (Carrère et al., 2001).

Gonçalves et al. (2009) elaboraram um protocolo reducionista e mimetizaram as alturas do estrato inferior em uma pastagem natural similar à utilizada neste experimento. Os autores verificaram que a profundidade dos bocados não foi capaz de compensar a pouca densidade de forragem e a dispersão das lâminas foliares, o que

determinou os animais colherem menos lâminas em cada bocado, reduzindo a massa do bocado. Apesar dos bovinos se valerem da capacidade de ampliar a área do bocado por meio dos movimentos de língua (Demment e Laca, 1993), acima de 11,4 cm de altura do pasto a massa dos bocados e, por consequência, a taxa de ingestão de forragem foram reduzidas. Apesar das diferentes escalas de tempo e de espaço utilizadas no protocolo de Gonçalves et al. (2009), os efeitos por eles observados se reproduziram neste trabalho e influenciaram as decisões do animal no gerenciamento do tempo dedicado a atividade diária de pastejo.

Na situação em que se aumenta a OF, aumenta-se a heterogeneidade da vegetação e aumenta-se a frequência de locais de rejeição. Isso confere condições para o desenvolvimento de espécies formadoras de touceiras, outro complicador do processo de ingestão de forragem (Gordon, 2000; Laca, 2008; Bremm, 2010). Nas pastagens naturais do bioma Pampa as comunidades vegetais são ricas, possibilitando encontrar os mais diferentes tipos funcionais de plantas, com os mais distintos ritmos morfogênicos (Cruz et al., 2010). Mezzalana et al. (2008) estudaram o padrão de ocupação de sítios alimentares por novilhas e calcularam o intervalo médio entre duas desfolhações sucessivas. Na OF 4% PV este intervalo seria de seis dias. Já a elevada OF resultou num intervalo de desfolhação de 26 dias, valor inferior ao filocrono de *P. notatum* (espécie de maior cobertura no estrato frequentemente pastejado), permitindo assim que espécies como *A. lateralis* adquiram forma de touceira (Carvalho et al., 2009b). Portanto, a intensidade de pastejo, além de alterar a estrutura vertical do pasto, com isso afetando decisivamente a colheita de forragem (e.g., dimensões do bocado), cria e altera um mosaico horizontal de *patches* com touceiras e estrato inferior, os quais também

interagem com os animais (Marriot e Carrère, 1998) e influenciam o processo de deslocamento durante o pastejo (Mezzalira, 2009; Bremm, 2010).

5. Implicações

As relações apresentadas aqui demonstraram que elevados níveis de consumo diário estiveram associados com aumento na abundância de alimento por animal e com a estrutura do pasto. O manejo com OF muito baixas pode determinar modificações no comportamento ingestivo e implicar num consumo de forragem com menor eficiência de uso do TP. Por outro lado, OF excessivamente altas também podem determinar menores taxas de consumo de nutrientes. Assim, as condições médias de pasto que promoveram, além de elevado consumo diário, elevada taxa de consumo, ocorreram com OF em torno de 11% PV, caracterizada por MF entre 1 500 e 2 400 kgMS·ha⁻¹ (média de 1 800 kgMS·ha⁻¹), ALT entre 10,5 e 13,4 cm (média de 11,9 cm) e TOUC de 30%. Dentro dessas amplitudes também se configurou elevado consumo de nutrientes. Abaixo ou acima dessas condições delimitadas houve penalização da taxa de consumo de nutrientes, reforçando as observações de Da Silva e Carvalho (2005), segundo as quais as pastagens dos trópicos e subtropicais necessitam cuidadoso controle de sua estrutura. Além de preocupar-se com a quantidade de alimento por animal, práticas de manejo de pastagens naturais deveriam estar também associadas ao controle e monitoramento da estrutura do pasto com vistas a construir ambientes pastoris adequados que possibilitem elevado consumo de forragem e de nutrientes.

Por fim, constatou-se que o processo de pastejo dos animais reproduz de forma análoga as respostas obtidas em experimentos que investigam os processos de colheita e busca por alimento em menores escalas de decisão do pastejo. Contudo, o impacto dos

fatores que afetam o processo de aquisição de forragem e nutrientes em escalas diárias de decisão ainda necessita ser investigado.

6. Agradecimentos

Este estudo foi possível devido à colaboração da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, à concessão de bolsas de estudos da CAPES e CNPq, e ao apoio do Programa de Cooperação Internacional Centros Associados de Pós-Graduação Brasil-Argentina (CAPES/SPU), processo nº 032/07.

7. Literatura citada

Association Of Official Analytical Chemists - AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16.ed. AOAC, Washington, DC.

Bailey, D.W. 2005. Identification and creation of optimum habitat conditions for livestock. *Rangeland Ecology and Management*, 58:109-118.

Barthram, G.T. 1985. Experimental techniques: the HFRO sward stick. Penicuik, UK: Hill Farming Research Organization. p.29-30.

Bremm, C. 2010. Padrões de ingestão e deslocamento de bovinos e ovinos em ambientes pastoris complexos [tese]. Porto Alegre, RS, Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 151 p.

Carrère, P.; Louault, F.; Carvalho, P.C.F. et al. 2001. How does the vertical and horizontal structure of a perennial ryegrass and white clover sward influence grazing? *Grass and Forage Science*, 56:118-130.

Carvalho, P.C.F.; Santos, D.T.; Gonçalves, E.N. et al. 2009a. Lotação Animal em Pastagens Naturais: políticas, pesquisas, preservação e produtividade. In: V.P. Pillar; S. C. Muller; Z.M.S. Castilhos et al. (Orgs.). Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade. Brasília, Brasil: Ministério do Meio Ambiente. p. 214-228.

Carvalho, P.C.F.; Da Trindade, J.K.; Mezzalira, J.C. et al. 2009b. Do bocado ao pastoreio de precisão: compreendendo a interface planta animal para explorar a multifuncionalidade das pastagens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38:109-122.

Carvalho, P.C.F., Mezzalira, J.C.; Fonseca, L. et al. 2010. Seleção de forragens pelos ovinos em pastejo: construindo estruturas de pasto que otimizem a ingestão. In:

Rodrigues, K.F. et al. (Orgs.). *Produção Animal e Sustentabilidade*. Palmas, Brasil: Palmas-UFT. p. 1-18.

Cruz, P.; De Quadros, F.L.F.; Theau, J.P. et al. 2010. Leaf Traits as Functional Descriptors of the Intensity of Continuous Grazing in Native Grasslands in the South of Brazil. *Rangeland Ecology and Management*, 63:350-358.

Da Silva, S.C.; Carvalho, P. C. F. 2005. Foraging behaviour and herbage intake in the favourable tropics/sub-tropics. In: McGilloway, D.A. (Ed.). *Grassland: a global resource*. Dublin. p. 81-95.

De Vries, M.F.W. 1995. Estimating forage intake and quality ingrazing cattle: a reconsideration of the hand-plucking method. *Journal of Range Management*, 48:370-375.

Demment, M.W.; Laca, E.A. 1993. The grazing ruminant: models and experimental techniques to relate sward structure and intake. In: *Proceedings of the 5th World conference on animal production*. Edmonton: Keeling & Mundi. p. 439-460.

Dove, H.; Mayes, R.W. 2006. Protocol for the analysis of n-alkanes and other plant-wax compounds and for their use as markers for quantifying the nutrient supply of large mammalian herbivores. *Nature Protocols*, 1:1680-1697.

Erlinger, L.L.; Tolleson, D.R.; Brown, C.J. 1990. Comparison of bite size, biting rate and grazing time of beef heifers from herds distinguished by mature size and rate of maturity. *Journal of Animal Science*, 68:3578-3587.

Goering, H.K.; Van Soest, P.J. 1970. *Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications)*. Washington, USDA:ARS. 379 p.

Gonçalves, E.N.; Carvalho, P.C.F.; Kunrath, T.R. et al. 2009. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: processo de ingestão de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38:1655-1662.

Gordon I.J. 2000. Plant-animal interactions in complex plant communities: from mechanism to modelling. In: *Grassland ecophysiology and grazing ecology* (eds. Lemaire G. et al.). CAB International, p. 191-207.

Hodgson, J. 1990. *Grazing management: science into practice*. London: Longman Group. 200p.

Hodgson, J. 1985. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In: *Proceedings of the 15th International Grassland Congress*. Kyoto. Nishi-Nasuno, Tochigiken: Japanese Society of Grassland Science. p. 63-67.

Klingman, D.L.; Miles, S.R.; Mott, G.O. 1943. The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. *Journal of American of Society Agronomy*, 35:739-746.

Krysl, L.J.; Hess, B.W. 1993. Influence of supplementation on behavior of grazing cattle. *Journal of Animal Science*, 71:2546- 2555.

Laca, E.A.; Demment, M.W. 1992. An integrated methodology for studying short-term grazing behavior of cattle. *Grass Forage and Science*, 47:83-90.

Laca, E.A. 2008. Foraging in a heterogeneous environment: intake and diet selection. In: Prins, H.H.T.; Van Langeveld, F. (Eds.), *Resource Ecology: Spatial and Temporal Dynamics of Foraging*. Wageningen UR Frontis Series. p. 7-29.

Maraschin, G.E. 2001. Production potential of South America grasslands. In: *Proceedings of the 19th International Grassland Congress*. Piracicaba, Brasil:FEALQ. p. 5-18.

Marriott, C.A.; Carrère, P. 1998. Structure and dynamics of grazed vegetation. *Annales de Zootechnie*, 47:359- 369.

Mayes, R.W.; Lamb, C.S.; Colgrove, P.M. 1986. The use of dosed and herbage n-alkanes as marker for the determination of herbage intake. *Journal of Agriculture Science*, 107:161-170.

Mezzalira, J.C. 2009. O manejo do pastejo em ambientes pastoris heterogêneos: comportamento ingestivo e produção animal em distintas ofertas de forragem [dissertação]. Porto Alegre, RS, Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 159 p.

Mezzalira, J.C.; Nabinger, C.; Bremm, C. et al. 2008. Filocrono de *Paspalum notatum* em função de diferentes ofertas de forragem em pastagem natural do sul do Brasil. In: *Anais da Reunião Anual do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul – Grupo Campos*. Minas, Uruguai: INIA.

Mott, G.O.; Lucas, H.L. 1952. The design, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: *Proceeding of the 6th International Grassland Congress*. Pennsylvania: [s.n.]. p.1380-1385.

Nabinger, C. 1998. Princípios de Manejo e produtividade das pastagens. In: *Ciclo de Palestras em Produção e Manejo de Bovinos de Corte – Manejo e Utilização Sustentável de Pastagens*, 1., Canoas, 1998. Anais... Canoas: ULBRA, p. 54-107.

Neves, F.P.; Carvalho, P.C.F.; Nabinger, C. et al.2009a. Caracterização da estrutura da vegetação numa pastagem natural do Bioma Pampa submetida a diferentes estratégias de manejo da oferta de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38:1685-1694.

Neves, F.P.; Carvalho, P.C.F.; Nabinger, C. et al. 2009b. Estratégias de manejo da oferta de forragem para recria de novilhas em pastagem natural. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38:1532-1542.

Noller, C.H.; Nascimento Jr., D.; Queiroz, D.S.. 1996. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: *Anais do 13th Simpósio Sobre Manejo da Pastagem*. Piracicaba: FEALQ. p. 319-352.

Osuji, P.I. 1974. The physiology of eating and the energy expenditure of the ruminant at pasture. *Journal of Range Management*, 27:437-43.

Pallarés, O.R.; Berretta, E.J.; Maraschin, G.E. 2005. The South American Campos ecosystem. In: Suttie, J.; Reynolds, S.G.; Batello, C. *Grasslands of the world*. FAO. p. 171-219.

Penning, P.D. 1986. Some effects of sward conditions on grazing behaviour and intake by sheep. In: Gudmundsson, O. (Ed.) *Grazing research at northern latitudes*. Hyanneyri: NATO. p. 219-226.

Pinto, C.E.; Carvalho, P.C.F.; Frizzo, A. et al. 2007. Comportamento ingestivo de novilhos em pastagem nativa no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36:319-327.

Provenza, F.D.; Villalba, J.J.; Haskell, J.W. et al. 2007. The value to herbivores of plant physical and chemical diversity in time and space. *Crop Science*, 47:382-398.

Santos, D.T. 2007. Manipulação da oferta de forragem em pastagem natural: efeito sobre o ambiente de pastejo e o desenvolvimento de novilhas de corte [tese]. Porto Alegre, RS, Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 259 p.

Searle, K.R.; Hobbs, N.T.; Gordon, I.J. 2007. It's the "foodscape", not the landscape: using foraging behavior to make functional assessments of landscape condition. *Israel Journal of Ecology and Evolution*, 53:297-316.

Soares, A.B. 2002. Efeito da dinâmica da oferta de forragem sobre a produto animal e de forragem em pastagem natural [tese]. Porto Alegre, RS, Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. 197 p.

Soares, A.B.; Carvalho, P.C.F.; Nabinger, C. et al. 2005. Produção animal e de forragem em pastagem nativa submetida a distintas ofertas de forragem. *Ciência Rural*, 35:1148-1154.

Stobbs, T.H. 1973. 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*, 24:809-819.

Stoobs, T.H. 1975. A comparison of *Zulu sorghum*, *Bulrush millet* and *White panicum* in terms of yield, forage quality and milk production. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 15:211-218.

Tilley, J.M.A.; Terry, R.A. 1963. A two-stage technique for the “in vitro” digestion of forage crop. *Journal of the British Grassland Society*, 18:104-111.

Tharmaraj, J.; Wales, W.J.; Chapman, D.F. et al. 2003. Defoliation pattern, foraging behaviour and diet selection by lactating dairy cows in response to sward height and herbage allowance of a ryegrass dominated pasture. *Grass Forage and Science*, 98:225-238.

Ungar, E.D. 1996. Ingestive behaviour. In: Hodgson, J.; Illius, A. (Eds.). *The ecology and management of grazing systems*. Wallingford: CABI. p. 185-218.

Ungar, E.D.; Genizi, A.; Demment, M.W. 1991. Bite dimensions and herbage intake by cattle grazing short hand-constructed swards. *Agronomy Journal*, 83:973-978.

Van Vuuren, A.M. 1994. Aspects of forage intake regulation. In: *Proceedings of the 15th General meeting of the European Grassland Federation*. Wageningen. p. 556-565.

Wilm, H.G.; Costello, O.F.; Klipple, G.E. 1944. Estimating forage yield by the double sampling method. *Journal of American of Society Agronomy*, 36:194-203.

6. CAPÍTULO VI

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os herbívoros, para obterem seus requerimentos diários de alimentação, necessitam enfrentar o desafio contínuo de explorar o ambiente pastoril. Os animais respondem à abundância e à estrutura do pasto e, por outro lado, também alteram as condições do pasto ao longo do tempo. Várias evidências disso foram verificadas no presente trabalho. Nesse contexto, a intensidade de pastejo assume papel central na dinâmica da pastagem por influenciar o processo de pastejo. Esses fatores se relacionam, direta ou indiretamente, funcionando como uma engrenagem (Figura 1), onde o manejador terá em suas mãos as decisões de manejo que constroem estruturas de pasto que facilitam as estratégias dos herbívoros em adquirir elevado consumo de forragem com o potencial de resultar em desempenhos satisfatórios às condições que cada ambiente pastoril possa oferecer.

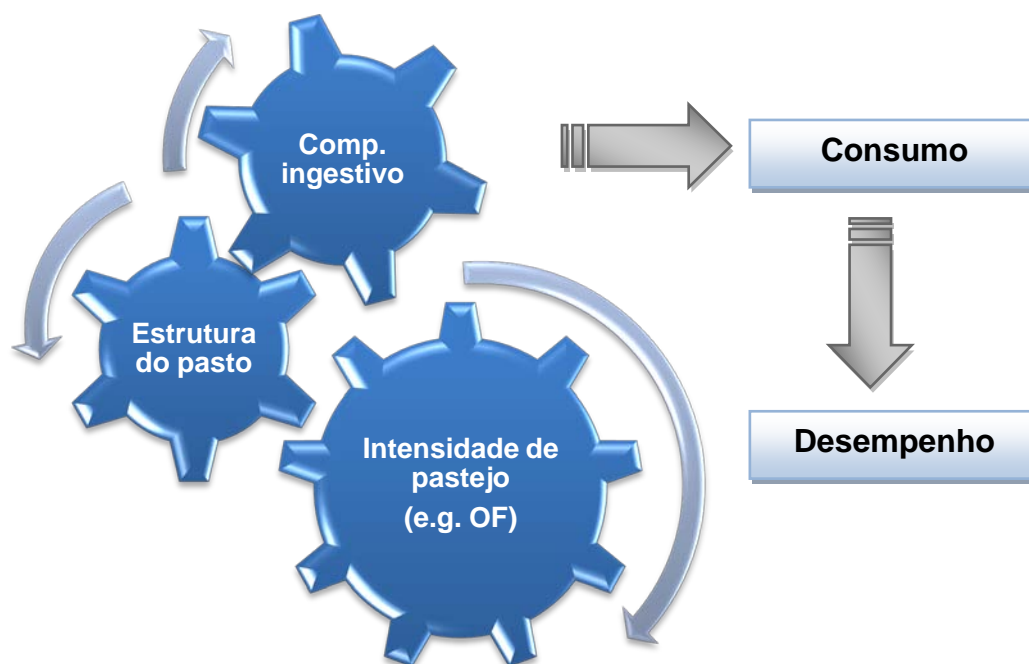


FIGURA 1. Representação das principais relações no ambiente pastoril que determinam o desempenho de herbívoros domésticos.

Nesta Tese demonstrou-se que o manejo da oferta diária de forragem (OF), uma das formas de manejar a intensidade de pastejo, criou ambientes alimentares contrastantes em uma pastagem natural ao longo de 25 anos sem que houvesse, contudo, controle estrito da estrutura do pasto. Apesar de algumas respostas animais estarem também associadas à OF, a maior parte das constatações apresentadas aqui demonstraram o efeito e a importância da estrutura do pasto sobre variáveis importantes e determinantes do comportamento animal e consumo em pastejo.

Entre as principais contribuições desta Tese está a constatação de que não apenas exista certa amplitude de OF que deve ser preconizada com intuito de obter-se maximização no desempenho e produção animal, mas, também é necessário pensar em metas de estrutura de pasto que deveriam fazer parte de recomendações de manejo destinadas às pastagens naturais.

Experimentos de pastejo que utilizam somente uma variável como determinante da relação planta-animal, apesar de representarem um avanço (Burns et al., 1989), ainda apresentam limitações quanto à predição da quantidade de forragem a ser colhida pelo animal. Os resultados da presente Tese buscam a associação de variáveis do manejo, no caso OF, e da estrutura do pasto que promovam condições adequadas ao pastejo. A associação de fatores e seus efeitos na produção animal já foram apresentados por Rattray et al. (1987). Esses autores demonstraram que um mesmo ganho de peso, para uma mesma espécie e categoria animal, pode ser obtido com diferentes combinações de massa e OF, revelando a importância de um controle concomitante de variáveis que permitam aos animais consumirem forragem e nutrientes em abundância.

A obtenção de níveis satisfatórios de desempenho animal depende de condições que promovam elevado consumo de forragem. A partir de dados de consumo de forragem apresentados no Capítulo V, calculou-se o consumo como proporção do máximo alcançado e a eficiência de colheita da forragem ofertada, relacionando-os com a OF (Figura 1), de forma análoga aos modelos apresentados no livro de Hodgson (1990).

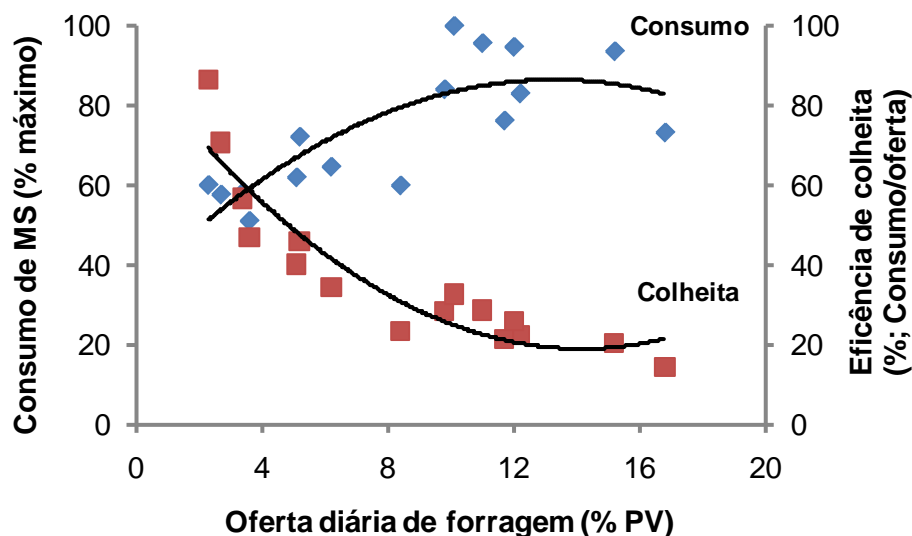


FIGURA 2. Consumo de forragem (% máximo diário) e eficiência de colheita (%) da forragem ofertada de acordo com a oferta diária de forragem (%PV) em uma pastagem natural do Bioma Pampa. Dados referentes às avaliações de verão e primavera de 2009. Consumo: $y = 52,9 + 6,7x - 0,24x^2$; $P = 0,0926$; $R^2 = 0,73$; $CV = 12,6\%$. Colheita: $y = 97,6 - 10,5x + 0,38x^2$; $P = 0,0066$; $R^2 = 0,87$; $CV = 21,6\%$.

A Figura 2 mostra a relação antagônica entre consumo e eficiência de colheita, e observa-se que quando a OF é elevada o consumo é também elevado. Porém, como a taxa de lotação é baixa a ingestão de forragem por unidade de área é reduzida, resultando em baixa eficiência de colheita. Com a redução na OF ocorre diminuição da quantidade de forragem disponível, acarretando um menor ganho de peso por animal, porém com maior eficiência de colheita (Carvalho et al., 2009c). Os modelos da Figura 2 estimam que o maior consumo de forragem (99,7% do máximo) ocorreu quando a OF foi de 13,9% PV, coincidentemente muito próximo ao valor de 13,8% PV de OF em que ocorreu a menor eficiência de colheita (25% de eficiência). Essa abordagem, com os dados do presente estudo, merece ser ainda melhor investigada, mas desde já é possível inferir que o melhor aproveitamento do

pasto não se dê com a maior eficiência de colheita ou consumo, mas sim numa situação intermediária onde se tenha um compromisso entre ambos (Carvalho et al., 2009c).

Outra constatação importante foi a verificação de que o processo de pastejo reproduz de forma análoga as respostas obtidas em experimentos que investigam os processos de colheita e busca por alimento nas menores escalas de decisão (e.g., bocado, estações alimentares, *patches*, refeições). Contudo, o impacto dos fatores que afetam o processo de aquisição de forragem e nutrientes em escalas diárias de decisão, e suas relações com fenômenos da interação planta-animal que ocorrem em escalas menores também necessitam ser mais investigados.

Os artigos dos Capítulos II e IV são metodológicos e configuraram-se como “suportes” importantes para as investigações das hipóteses dos demais artigos. Além disso, são considerados fundamentais para avançar no conhecimento da ecologia do pastejo e melhor compreender as interações planta-animal. A utilização de registros sonoros para quantificar variáveis comportamentais de ruminantes em pastejo e a metodologia dos alcanos para avaliar o consumo e seleção de forragem são técnicas promissoras, que abrem novos horizontes na investigação dos processos envolvidos no pastejo em ambientes pastoris complexos como as pastagens naturais do Bioma Pampa. O aperfeiçoamento dessas técnicas permitirá a identificação de ambientes pastoris adequados à produção animal em pastagens naturais dentro de um novo contexto, não com objetivo de cumprir com metas estanques de produção, mas sim a de entender a complexidade do ambiente e de aprender

com os animais (Carvalho, 2005).

O manejo de vegetações complexas, como as pastagens naturais do Bioma Pampa, requer diferentes estratégias para diferentes objetivos de manejo (Oom et al., 2002). Produção animal sustentável requer um balanço entre comunidades de plantas preferidas (e.g., estrato inferior do pasto) e não-preferidas (e.g., touceiras) que seja favorável aos herbívoros e outros animais (Archer, 1996), enquanto que a conservação natural é o principal foco para manter ou aumentar a fauna e a flora. Entretanto, o limitado conhecimento da complexidade desses ecossistemas pode levar a estratégias de manejo inapropriadas, determinando a degradação, a perda de biodiversidade e da produtividade, fato que tem resultado na substituição descontrolada e extremamente preocupante dessas áreas naturais por reflorestamento com espécies exóticas e lavouras.

Os problemas provenientes da exploração inadequada ocorrem mundialmente e podem apresentar impactos negativos nas decisões de consumo da sociedade. Como exemplo, a fim de prevenir o declínio em biodiversidade causada pelo pastejo, a União Europeia e o Governo do Reino Unido têm estimulado redução nas taxas de lotação de ovinos e a extensificação dos sistemas (Marriott et al., 2005). Ainda no caso Europeu, grande importância tem-se dado à conservação de espécies e ambientes (Rook et al., 2004) por causa do rápido declínio das pastagens naturais durante o último século (Ihse, 1995; Stanners & Bordeau, 1995) e a sua excepcional riqueza de espécies (Pärtel & Zobel, 1999; Weibull & Östman, 2003) e grande número de espécies raras (Gärdenfors, 2005). Entretanto, Holland et al. (2008)

e Pihlgren & Lennartsson (2008) apontaram que falta avançar mais no conhecimento sobre os efeitos de tal prática sobre as pastagens, sobretudo na estrutura do pasto.

Por fim, para que se busquem melhorias nesse cenário, é necessário que se proceda ao correto entendimento e controle das variáveis que compõem o ecossistema pastoril. Dessa forma, práticas de manejo que interferem na forma como a forragem é disponibilizada aos animais podem refletir em mudanças nos padrões comportamentais, procura por alimento e consumo de forragem por ruminantes. Isso pode implicar em variações na eficiência do processo de pastejo, no equilíbrio dinâmico das relações planta-animal e na possibilidade de manutenção e aumento da biodiversidade, assegurando também o cumprimento de sua função ecológica como bioma.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALKON, P. U.; COHEN Y.; JORDAN P.A. Towards an acoustic biotelemetry system for animal behavior studies. **Journal of Wildlife Management**, Columbia, v.53, n.3, p.658-662, 1989.

ARCHER, S. Assessing and interpreting grass-woody plant dynamics. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p.101-134.

ARMSTRONG, R.H.; ROBERTSON, E.; HUNTER, E.A. The effect of sward height and its direction of change on herbage intake. Diet selection and performance of weaned lambs grazing ryegrass swards. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.58, n.4, p.389-398, 1995.

BAILEY, D.W. Identification and creation of optimum habitat conditions for livestock. **Rangeland Ecology and Management**, Denver, v.58, n.2, p.109-118. 2005.

BAILEY, D.W.; GROSS, J.E.; LACA, E.A. et al. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. **Journal of Range and Management**, Denver, v.49, n.5, p.386-400, 1996.

BERRETA, E.J. Ecophysiology and management response of the subtropical grasslands of Southern America. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. **Proceedings...** São Pedro, 2001. p.939-946.

BERRETTA, E.J.; NASCIMENTO, D. Glosario estructurado de términos sobre pasturas y producción animal. Montevideo: IICA – PROCISUR, 1991. (Dialogo IICA – PROCISUR, 32)

BILENCA, D.N.; MIÑARRO, F. **Identificación de áreas valiosas de pastizal em las pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil**. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre, 2004. 323p.

BOLDRINI, I.I. Formações campestres no sul do Brasil: origem, histórico e modificadores. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 2., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2007. p.7-13.

BOVAL, M.; FANCHONE, A.; ARCHIME'de, H. et al. Effect of structure of a

tropical pasture on ingestive behavior, digestibility of diet and daily intake by grazing cattle. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.62, n.1, p.44-54, 2007.

BREMM, C. **Padrões de ingestão e deslocamento de bovinos e ovinos em ambientes pastoris complexos**. 2010. 182f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

BURNS, J.C.; LIPPKE, H.; FISHER, D.S. The relationship of herbage mass and characteristics to animal responses in grazing experiments. In: MARTEN, G.C. (Ed.). **Grazing research: design, methodology, and analysis**. Wisconsin: CSSA, 1989. p.7-19.

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

CARVALHO, P.C.F.; DA TRINDADE, J.K.; MACARI, S. et al. Consumo de forragens por bovinos em pastejo. In: PEDREIRA, C.G.S.; MOURA, J.C.; DA SILVA, S.C. et al. (Ed.). **Produção de Ruminantes em Pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 2007a. p.177-218.

CARVALHO, P.C.F.; DA TRINDADE, J.K.; MEZZALIRA, J.C. et al. Do bocado ao pastoreio de precisão: compreendendo a interface planta-animal para explorar a multi-funcionalidade das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, p.109-122, 2009b. (suplemento especial)

CARVALHO, P.C.F.; FISHER, V.; SANTOS, D.T. et al. Produção animal no bioma campos sulinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, p.156-202, 2006. (suplemento especial)

CARVALHO, P.C.F.; KOZLOSKI, G.V.; RIBEIRO FILHO, H.M.N. et al. Avanços metodológicos na determinação do consumo por ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, p.151-170, 2007b. (suplemento especial)

CARVALHO, P.C.F.; NEVES, F.P.; SANTOS, D.T. et al. Desmistificando o aproveitamento do pasto. In: JORNADA TÉCNICA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E CADEIA PRODUTIVA, 5., Porto

Alegre, 2009. [**Anais...**] Porto Alegre, 2009c. p.6-41.

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

CARVALHO, P.C.F.; SANTOS, D.T.; GONÇALVES, E.N. et al. Lotação Animal em Pastagens Naturais: políticas, pesquisas, preservação e produtividade. In: PILLAR, V.P.; MULLER, S.C.; CASTILHOS, Z.M.S. et al. (Ed.). **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009a. p.214-228.

CARVALHO, P.C.F.; BATELLO, C. Access to land, livestock production and ecosystem conservation in the Brazilian Campos biome: the natural grasslands dilemma. **Livestock Science**, Amsterdam, v.120, n.1, p.158-162, 2009.

CONNOLLY, J. Some comments on the shape of the gains- stocking rate curve. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.86, n.1, p.103-109, 1976.

CÔRREA, F.L.; MARASCHIN, G.E. Crescimento e desaparecimento de uma pastagem nativa sob diferentes níveis de oferta de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.10, p.1617-1623, 1994.

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

DOVE, H.; MAYES, R.W. Plant wax components: a new approach to estimating intake and diet composition in herbivores. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.126, n.1, p.13-26, 1996.

DOVE, H.; MAYES, R.W. Protocol for the analysis of n-alkanes and other plant-wax compounds and for their use as markers for quantifying the nutrient supply of large mammalian herbivores. **Nature Protocols**, London, v.1, n.4, p.1680-1697, 2006.

DOVE, H.; MAYES, R.W.; LAMB, C.S. et al. Factors influencing the release rate

of alkanes from an intra-ruminal, controlled-release device, and the resultant accuracy of intake estimation in sheep. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v.53, n.6, p.681–696, 2002.

DOYLE, C.J.; WILKINS, R.J. Grassland and production: realizing the potential. In: CORRALL, A.J. (Ed.). **Money from Grass**. Warwickshire: British Grassland Society, 1984, p.11-24.

EGGERS, L. **Morfogênese e desfolhação de *Paspalum notatum* Fl. e *Coelorhachis selloana* (Hack.) Camus em níveis de oferta de forragem**. 1999. 148f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

FOX, D.G.; TEDESCHI, L.O.T.; TYLUKTI, M.E. et al. The Cornell net carbohydrate and protein model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.112, n.1, p.29-78, 2004.

GALLI, J.; CANGIANO, C.; DEMMENT, M. et al. Acoustic monitoring of chewing and intake of fresh and dry forages in steers. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.128, n.1, p.14-30, 2006.

GÄRDENFORS, U. **The 2005 Red List of Swedish Species**. Uppsala: ArtDatabanken, 2005. 496p.

GENRO, T.C.M.; EUCLIDES, V.P.B.; MEDEIROS, S.R. Ingestão de matéria seca por ruminantes em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. **Anais...** Campo Grande, 2004. p.178-190.

GOMEZ SAL, A.; DE MIGUEL, J.M.; CASADO, M.A. et al. Successional changes in the morphology and ecological responses of a grazed pasture ecosystem in Central Spain. **Vegetatio**, The Hague, v.67, n.1, p.33-44, 1986.

GONÇALVES, E.N.; CARVALHO, P.C.F.; DA SILVA, C.E.G. et al. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: padrões de desfolhação e seleção de dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.4, p. 611-617, 2009c.

GONÇALVES, E.N.; CARVALHO, P.C.F.; DEVINCENZI, T. 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, 2009b.

GONÇALVES, E.N.; CARVALHO, P.C.F.; KUNRATH, T.R. et al. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: processo de ingestão de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.9, p.1655-1662, 2009a.

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

HADLEY, M. Grasslands for sustainable ecosystems. In: BAKER, M.J.; CRUSH, J.R.; HUMPHREYS, L.R (Ed.). **INTERNACIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17.**, 1993, Wellington. **Proceedings...** [Wellington], 1993. p.21-27.

HASENACK, H.; CORDEIRO, J.L.P.; COSTA, B.S.C. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul In: **SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 2.**, 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2007, p. 15-22.

HESTER, A.J.; BAILLIE, G.J. Spatial and temporal patterns of heather use by sheep and red deer within natural heather/grass mosaics. **The Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.35, n.5, p.772-784, 1998.

HESTER, A.J.; GORDON, I.J.; BAILLIE, G.J. et al. Foraging behaviour of sheep and red deer within natural heather/grass mosaics. **The Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.36, n.1, p.133-146, 1999.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: Longman Handbooks in Agriculture, 1990. 203p.

HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In: **INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 15.**, 1985, Kyoto. **Proceedings...** [Nagoya], 1985. p.63-66.

HODGSON, J.; COSGROVE, J.P.; WOODWARD, S.J.R. Research on foraging behaviour: progress and priorities. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 18., 1997, Calagary. **Proceedings...** [Calagary], 1997. p.109-118.

HOLLAND, J.P.; WATERHOUSE, A.; ROBERTSON, D. et al. Effect of different grazing management systems on the herbage mass and pasture height of a *Nardus stricta* grassland in western Scotland, United Kingdom. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.63, n.1, p.48-59, 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2004. **Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 19 out. 2010.

IHSE, M. Swedish agricultural landscapes – patterns and changes during the last 50 years, studied by aerial photos. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v.31, n.1, p.21–37, 1995.

JONES, R.J.; SANDLAND, R.L. The relation between animal gain and stocking rate: derivation of the relation from the results of grazing trials. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.83, n.2, p.335-342, 1974.

KLEIN, L.; BAKER, D.; PURSER, D.B. et al. Telemetry to monitor sounds of chews during eating and rumination by grazing sheep. **Proceedings of the Australian Society of Animal Production**, Armidale, v.20, n.1, p.423-423, 1994.

KRYSL, L.J.; HESS, B.W. Influence of supplementation on behavior of grazing cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.71, n.9, p.2546-2555, 1993.

LACA, E.A.; DEMMENT, M.W.; DISTEL, R.A. et al. A conceptual model to explain variation in ingestive behavior within a feeding patch. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Hamilton, New Zealand. **Proceedings...** [Hamilton], 1993. p.710-712.

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.

LACA, E.A.; SOKOLOW, S.; GALLI, J.R. et al. Allometry and spatial scales of foraging in mammalian herbivores. **Ecology Letters**, Oxford, v.13, n.3, p.311-320, 2010.

LACA, E.A.; UNGAR, E.D.; DEMMENT, M.W. Mechanisms of handling time and intake rate of a large mammalian grazer. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.39, n.1, p.3-19, 1994.

LACA, E.A.; UNGAR, E.D.; SELIGMAN, N.G. et al. An integrated methodology for studying short-term grazing behaviour of cattle. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.47, n.1, p.81-90, 1992.

LACA, E.A.; WALLIES DEVRIES, M.F. Acoustic measurement of intake and grazing behaviour of cattle. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.55, n.2, p.97-104, 2000.

LE DU, Y.L.P.; PENNING, P.D. Animal based techniques for estimating herbage intake. In: LEAVER, J.D. (Ed.) **Herbage Intake Handbook**. Berkshire: The British Grassland Society, 1982. p.37-75.

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

MARASCHIN, G.E. Production potential of South American grasslands. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. **Proceedings...** [São Pedro], 2001. p.5-18.

MARASCHIN, G.E.; MOOJEN, E.L.; ESCOSTEGUY, C.M.D. et al. Native pasture, forage on offer and animal response. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., Saskatoon, 1997. **Proceedings...** [Saskatoon], 1997. p. 26-27.

MARRIOTT, C.A.; BOLTON, G.R.; FISHER, J.M. et al. Short-term changes in soil nutrients and vegetation biomass and nutrient content following the introduction of extensive management in upland sown swards in Scotland, UK. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.106, n.4, p.331-344, 2005.

MATSUI, K.; OKUBO, T. A 24-hour automatic recording of grazing and rumination behaviour in cattle on pasture by a data logger method. **Japanese Journal of Zootechnical Science**, Tokyo, v.60, n.10, p.940-945, 1989.

MATSUI, K.; OKUBO, T. A method for quantification of jaw movements suitable for use on free-ranging cattle. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.32, n.2, p.107-116, 1991.

MATSUI, K.; OKUBO, T. Automatic recording over a 24-hour period for biting rate during grazing, and chewing rate and number of boluses during rumination of cow on pasture. **Japanese Journal of Zootechnical Science**, Tokyo, v.61, n.6, p.493-500, 1990.

MAYES, R.W.; LAMB, C.S.; COLGROVE, P.M. The use of dosed and herbage n-alkanes as marker for the determination of herbage intake. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.107, n.1, p.161-170, 1986.

McNAUGHTON, S.J.; BANYIKWA, F.F. Plant communities and herbivory. In: SINCLAIR, A.R.E.; ARCESE, P. (Ed.). **Serengeti II. Dynamics, management, and conservation of an ecosystem**. Chicago: The University of Chicago Press Books, 1995. p.49–70.

MEZZALIRA, J.C. **O manejo do pastejo em ambientes pastoris heterogêneos: comportamento ingestivo e produção animal em distintas ofertas de forragem**. 2009. 159f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MILONE, D.H.; RUFINER, H.L.; GALLI, J.R. et al. Computational method for segmentation and classification of ingestive sounds in sheep. **Computers and Electronics in Agriculture**, New York, v.65, n.2, p.228-237, 2009.

MOLINA, D.O.; MATAMOROS, I.; PELL, A.N. Accuracy of estimates of herbage intake of lactating cows using alkanes: comparison of two types of capsules. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.114, n.1, p.241-260, 2004.

MOTT, G.O. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 8., 1960, Reading. **Proceedings...** [Oxford], 1960. p.606- 611.

MOTT, G.O.; LUCAS, H.L. The desing, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, Pennsylvania. **Proceedings...** [Pennsylvania], 1952. p. 1380-1385.

NABINGER, C. Princípios de Manejo e produtividade das pastagens. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE – MANEJO E UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DE PASTAGENS, Canoas, 1998. **Anais...** Canoas, 1998. p.54-107.

NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. Ecofisiologia de Sistemas Pastoriles: Aplicaciones para su Sustentabilidad. **Agrociencia**, Montevideo, v.13, n.3, p.18-27, 2009.

NABINGER, C.; MORAES, A.; MARASCHIN, G. Campos in Southern Brazil. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CAB International, 2000. p.355-376.

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

NADIN, L.B; CHOPA, F.S.; DA TRINDADE, J.K. et al. Comparison of methods to quantify bite rate in calves grazing winter oats with different structures. In: GENERAL MEETING OF THE EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION - GRASSLAND IN A CHANGING WORLD, 23., 2010, Kiel. **Proceedings...** [Kiel], 2010. p.165-165.

NEVES, F.P.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. et al. Caracterização da estrutura da vegetação numa pastagem natural do Bioma Pampa submetida a diferentes estratégias de manejo da oferta de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.9, p.1685-1694, 2009b.

NEVES, F.P.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. et al. Estratégias de manejo da oferta de forragem para recria de novilhas em pastagem natural. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.8, p.1532-1542, 2009a.

OLIVÁN, M.; FERREIRA, L.M.; CELAYA, R. et al. Accuracy of the n-alkane technique for intake estimates in beef cattle using different sampling procedures and feeding levels. **Livestock Science**, Amsterdam, v.106, p.28–40, 2007.

OOM, S.P.; HESTER, A.J.; ELSTON, D.A. et al. Spatial interaction models: from human geography to plant-herbivore interactions. **Oikos**, Copenhagen, v.98, p.65–74, 2002.

OOM, S.P.; SIBBALD, A.M.; HESTER, A.J. et al. Impacts of sheep grazing a complex vegetation mosaic: Relating behaviour to vegetation change. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.124, n.3, p.219-228, 2008.

OSUJI, P.I. The physiology of eating and the energy expenditure of the ruminant at pasture. **Journal of Range Management**, Denver, v.27, n.6, p.437-443, 1974.

OVERBECK, G.E.; MÜLLER, S.C.; FIDELIS, A. et al. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, Jena, v.9, p.101-116, 2007.

PALLARÉS, O.R.; BERRETTA, E.J.; MARASCHIN, G.E. The South American Campos ecosystem. In: GRASSLANDS OF THE WORLD, 34., 2005, Rome. **Proceedings...** [Rome], 2005. p. 171-219.

PÄRTEL, M.; ZOBEL, M. Small-scale plant species richness in calcareous grasslands determined by the species pool, community age and shoot density. **Ecography**, Copenhagen, v.2, n.2, p.153-159, 1999.

PENNING, P.D.; ROOK, A.J.; ORR, R.J. Patterns of ingestive behaviour of sheep continuously stocked on monocultures of ryegrass or white clover. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.31, n.3, p.237-250, 1991.

PIHLGREN, A.; LENNARTSSON, T. Shrub effects on herbs and grasses in semi-natural grasslands: positive, negative or neutral relationships? **Grass and Forage Science**, Oxford, v.63, n.1, p. 9–21, 2008.

PILLAR, V.D.; MÜLLER, S.C.; CASTILHOS, Z. et al. **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio

Ambiente, 2009. 403p.

PINTO, C.E.; CARVALHO, P.C.F.; FRIZZO, A. et al. Comportamento ingestivo de novilhos em pastagem nativa no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n.2, p. 319-327, 2007.

PINTO, C.E.; FONTOURA JR., J.A.S.; FRIZZO, A. et al. Produções primária e secundária de uma pastagem natural da Depressão Central do Rio Grande do Sul submetida a diversas ofertas de fitomassa aérea total. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1737-1741, 2008.

PRACHE, S.; ROUGUET, C. Influence de la structure du couvert sur le comportement d'ingestion: In: INTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE. **Rapport d'activité 1992-1995**. [S.l.], 1996. p. 22-24.

RATTRAY, P.V.; THOMPSON, K.F.; HAWKER, H. et al. Pastures for sheep production. In: NICOL, A. M. (Ed.). **Livestock feeding on pasture**. Palmerston North: New Zealand Society of Animal Production, 1987. p.89-103. (Occasional publication, 10.)

ROOK, A.J.; DUMONT, B.; ISSELSTEIN, J. et al. Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pastures – a review. **Biological Conservation**, Essex, v.119, n.2, p.137-150, 2004.

ROOK, A.J.; PENNING, P.D. Synchronization of eating, ruminating and idling activity of grazing sheep. **Applied Animal Behavior Science**, Amsterdam, v. 32, n.2, p. 157-166, 1991.

SANTOS, D.T. **Manipulação da oferta de forragem em pastagem natural: efeito sobre o ambiente de pastejo e o desenvolvimento de novilhas de corte**. 2007. 259f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SETELICH, E.A. **Potencial produtivo de uma pastagem natural do rio Grande do Sul, submetida a distintas ofertas de forragem**. 1994. 169f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

SOARES, A.B.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. et al. Produção animal e de forragem em pastagem nativa submetida a distintas ofertas de forragem. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.5, p.1148-1154, 2005.

STANNERS, D.; BORDEAU, P. **Europe's environment: The Dobris assessment**. Copenhagen, Denmark: European Environment Agency, 1995.

STOOBS, T.H. A comparison of *Zulu sorghum*, *Bulrush millet* and *White panicum* in terms of yield, forage quality and milk production. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Victoria, v.15, n.73, p.211-218, 1975.

STUTH, J.W. Foraging behavior. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. (Ed.). **Grazing Management: an Ecological Perspective**. Oregon: Timber Press, 1991. p.85-108.

THE FORAGE AND GRAZING TERMINOLOGY COMMITTEE. **Terminology for Grazing Lands and Grazing Animal**. Virginia: Pocahontas Press, 1991. 38p.

UNGAR, E.D. Ingestive behavior. In: HODGSON J.; ILLIUS, A.W. (Ed.). **The Ecology and Management of Grazing Systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p.185–218.

UNGAR, E.D.; RUTTER, S.M. Classifying cattle jaw movements: comparing IGER Behaviour Recorder and acoustic techniques. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.98, n.1-2, p.11-27, 2006.

VAN DER SLUIJS, D.H. Native grasslands of the Mesopotamia region of Argentina. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, n.19, p.3-22, 1971.

WEIBULL, A.C.E.; ÖSTMAN, Ö. Species composition in agroecosystems: the effect of landscape, habitat, and farm management. **Basic and Applied Ecology**, Jena, v.4, p.349-361, 2003.

8. APÊNDICES

Apêndice 1. Normas utilizadas para a redação do capítulo II

PAB

Diretrizes para Autores

Escopo e política editorial

A revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) é uma publicação mensal da Embrapa, que edita e publica trabalhos técnico-científicos originais, em português, espanhol ou inglês, resultantes de pesquisas de interesse agropecuário. A principal forma de contribuição é o Artigo, mas a PAB também publica Notas Científicas e Revisões a convite do Editor.

Análise dos artigos

A Comissão Editorial faz a análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista, formulação do objetivo de forma clara, clareza da redação, fundamentação teórica, atualização da revisão da literatura, coerência e precisão da metodologia, resultados com contribuição significativa, discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura, qualidade das tabelas e figuras, originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério é aplicado somente aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

Forma e preparação de manuscritos

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos (não terem dados – tabelas e figuras – publicadas parcial ou integralmente em nenhum outro veículo de divulgação técnico-científica, como boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas etc.) e não podem ter sido encaminhados simultaneamente a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

- São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.

- Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

Apêndice 1 (Continuação). Normas utilizadas para a redação do capítulo II

- O texto deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com margens de 2,5 cm e com páginas e linhas numeradas.

Informações necessárias na submissão on-line de trabalhos

No passo 1 da submissão (Início), em “comentários ao editor”, informar a relevância e o aspecto inédito do trabalho.

No passo 2 da submissão (Inclusão de metadados), em “resumo da biografia” de cada autor, informar a formação e o grau acadêmico. Clicar em “incluir autor” para inserir todos os coautores do trabalho, na ordem de autoria.

Ainda no passo 2, copiar e colar o título, resumo e termos para indexação (key words) do trabalho nos respectivos campos do sistema. Depois, ir à parte superior da tela, no campo “Idioma do formulário”, e selecionar “English”. Descer a tela (clicar na barra de rolagem) e copiar e colar o “title”, “abstract” e os “index terms” nos campos correspondentes. (Para dar continuidade ao processo de submissão, é necessário que tanto o título, o resumo e os termos para indexação quanto o title, o abstract e os index terms do manuscrito tenham sido fornecidos.)

No passo 3 da submissão (Transferência do manuscrito), carregar o trabalho completo em arquivo Microsoft Word 1997 a 2003.

No passo 4 da submissão (Transferência de documentos suplementares), carregar, no sistema on-line da revista PAB, um arquivo Word com todas as cartas (mensagens) de concordância dos coautores coladas conforme as explicações abaixo:

- Colar um e-mail no arquivo word de cada coautor de concordância com o seguinte conteúdo:

“Eu, ..., concordo com o conteúdo do trabalho intitulado “.....” e com a submissão para a publicação na revista PAB.

Como fazer:

Peça ao coautor que lhe envie um e-mail de concordância, encaminhe-o para o seu próprio e-mail (assim gerará os dados da mensagem original: assunto, data, de e para), marque todo o email e copie e depois cole no arquivo word. Assim, teremos todas as cartas de concordâncias dos co-autores num mesmo arquivo.

Organização do Artigo Científico

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

Apêndice 1 (Continuação). Normas utilizadas para a redação do capítulo II

- Artigos em português - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

- Artigos em inglês - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.

- Artigos em espanhol - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.

- O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.

- O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

Título

- Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.

- Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

- Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como “efeito” ou “influência”.

- Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.

- Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.

- As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

Nomes dos autores

- Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção “e”, “y” ou “and”, no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.

Apêndice 1 (Continuação). Normas utilizadas para a redação do capítulo II

- O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

- São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.

- Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.

- Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

- O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.

- Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.

- Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos, os resultados e a conclusão.

- Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.

- O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

- A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.

- Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.

- Não devem conter palavras que componham o título.

- Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.

Apêndice 1 (Continuação). Normas utilizadas para a redação do capítulo II

- Devem, preferencialmente, ser termos contidos no [AGROVOC: Multilingual Agricultural Thesaurus](#) ou no [Índice de Assuntos da base SciELO](#).

Introdução

- A palavra Introdução deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.
- O último parágrafo deve expressar o objetivo de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

- A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.
- Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.
- Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.
- Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.
- Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.
- Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.
- Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.
- Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.
- Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

Resultados e Discussão

- A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

Apêndice 1 (Continuação). Normas utilizadas para a redação do capítulo II

- Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.
- As tabelas e figuras são citadas seqüencialmente.
- Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos em relação aos apresentados por outros autores.
- Evitar o uso de nomes de variáveis e tratamentos abreviados.
- Dados não apresentados não podem ser discutidos.
- Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.
- As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.
- Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.
- As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões

- O termo Conclusões deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo.
- Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho.
- Não podem consistir no resumo dos resultados.
- Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.
- Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

- A palavra Agradecimentos deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser breves e diretos, iniciando-se com “Ao, Aos, À ou Às” (pessoas ou instituições).

Apêndice 1 (Continuação). Normas utilizadas para a redação do capítulo II

- Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

- A palavra **Referências** deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.
- Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.
- Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.
- Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.
- Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.
- Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.
- Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.
- Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

- Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.

- Artigos de periódicos

SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

- Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O**

Apêndice 1 (Continuação). Normas utilizadas para a redação do capítulo II

agronegócio da mamona no Brasil. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

- Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

- Teses

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR.** 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste:** relatório do ano de 2003. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em: . Acesso em: 18 abr. 2006.

Citações

- Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados. - A autocitação deve ser evitada. - Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

- Redação das citações dentro de parênteses

- Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.

- Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.

- Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.

- Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.

- Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.

Apêndice 1 (Continuação). Normas utilizadas para a redação do capítulo II

- Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão “citado por” e da citação da obra consultada.
- Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.
- Redação das citações fora de parênteses
- Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

- Devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.
- Não devem apresentar letras em itálico ou negrito, à exceção de símbolos escritos convencionalmente em itálico.

Tabelas

- As tabelas devem ser numeradas seqüencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.
- Devem ser auto-explicativas.
- Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.
- Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.
- O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.
- No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.
- Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.
- Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.

Apêndice 1 (Continuação). Normas utilizadas para a redação do capítulo II

- Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.
- Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.
- Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.
- As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.
- Notas de rodapé das tabelas
- Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.
- Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.
- Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

- São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.
- Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.
- O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.
- Devem ser auto-explicativas.

Apêndice 1 (Continuação). Normas utilizadas para a redação do capítulo II

- A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.
- Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.
- Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.
- O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração. - As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.
- Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).
- Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.
- As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.
- Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.
- Devem ser gravadas nos programas Word, Excel ou Corel Draw, para possibilitar a edição em possíveis correções.
- Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.
- No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).
- Não usar negrito nas figuras.
- As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.
- Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

Notas Científicas

- Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.

Apêndice 1 (Continuação). Normas utilizadas para a redação do capítulo II

Apresentação de Notas Científicas

- A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês,

Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras.

- As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

- Resumo com 100 palavras, no máximo.
- Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.
- Deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

Outras informações

- Não há cobrança de taxa de publicação.
- Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.
- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.
- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.
- Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.

Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos por telefone: (61)3448-4231 e 3273-9616, fax: (61)3340-5483, via e-mail: pab@sct.embrapa.br ou pelos correios:

Embrapa Informação Tecnológica Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB

Caixa Postal 040315 CEP 70770 901 Brasília, DF

Apêndice 1 (Continuação). Normas utilizadas para a redação do capítulo II

Itens de Verificação para Submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. A contribuição é inédita e não está sendo avaliada para publicação por outro periódico científico nem teve seus dados (tabelas ou figuras) publicados integral ou parcialmente em nenhum outro veículo de divulgação técnico-científica (boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas etc).
2. O arquivo de submissão do trabalho está digitado no formato Microsoft Word 1997 a 2003, espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com páginas e linhas numeradas, e não ultrapassa 20MB.
3. O trabalho tem no máximo 20 páginas e está apresentado na seguinte seqüência: título, nome completo dos autores, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, Título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, Tabelas e Figuras.
4. O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em diretrizes aos autores, na seção Sobre a Revista.
5. As mensagens de concordância dos co-autores com o conteúdo do trabalho e com a submissão à revista estão compiladas em um arquivo do Microsoft Word 1997 a 2003 pelo autor-correspondente e serão carregadas no sistema no quarto passo da submissão, como documento suplementar.

Política de Privacidade

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou a terceiros.

Apêndice 2. Normas utilizadas para a redação dos capítulos III e V

Rangeland Ecology and Management Style Manual

Updated June 7, 2010

Note: The style of papers in *Rangeland Ecology & Management* should follow CBE 7th edition for all style points except those listed below. Spelling should be from Webster's 10th edition.

Manuscript Categories

Research Papers report original findings on all rangeland topics and must be based on a sound conceptual framework and a rigorous test of experimental hypotheses. The experimental design should be clearly described, analyzed with appropriate statistical procedures, and conclusions limited to the appropriate inference space. Papers that are descriptive (e.g., characterize landscape patterns or classify vegetative communities) or that are based on quantitative models are also appropriate.

Forum Papers are conceptual in nature and provide an informative summary of contemporary topics or alternative views of contentious issues. They also address comments and rebuttals related to manuscripts previously published in REM.

Synthesis Papers combine data and hypotheses from multiple published sources to provide an integrated, comprehensive presentation of a concept or model. Proposals for synthesis papers must be approved by the Editor-in-Chief prior to submission.

Research Notes are short papers reporting experimental research of immediate interest. Notes are intended to foster communication addressing research topics and concepts that may not be fully replicated over time and/or space.

Technical Notes are short papers reporting original experimental and analytical techniques, including those that are either conceptual or quantitative. A technical note requires a thorough description of the theoretical base of the instrument or procedure and a comprehensive comparison to existing techniques, procedures, or models. Notes are limited to 3000 words (title through literature cited) and a total of three tables, figures, or photos in any combination.

Apêndice 2 (Continuação). Normas utilizadas para a redação dos capítulos III e V

Abstract

The Abstract constitutes the second page and it is limited to a 300-word maximum. It includes a brief summary of the hypotheses, methods, conclusions, and management implications of the research. The Abstract must identify the relevance of the manuscript to the rangeland profession. It should include numerical data and a measure of variation, as well as both common and scientific names of organisms studied. The authority for scientific names should be listed. Citations to references, figures, and tables are not to be included in the Abstract.

Resumen

A Spanish translation of the one-paragraph abstract will be requested by the Editor-in-Chief, if one is not provided at the time of submission.

Key Words

Include four to six high impact words not used in the title for indexing and abstracting purposes. Key words should be alphabetical with comma separators, no period at the end

Introduction

The Introduction presents the rationale, justification, and hypotheses for the investigation. It should provide an appropriately detailed background for a broad readership to determine the potential contribution of the manuscript. This background information should be supported with peer-reviewed literature. It is the authors' responsibility to convey the importance of the work to the broadest potential audience. The Introduction provides the framework for the subsequent Discussion and Implications sections.

Methods

This section should clearly delineate the study location, experimental design, and specific statistical analyses used. Sufficient detail must be provided to permit the reader to evaluate the proper application of the analyses and to repeat the experiments. Standard methods or techniques should be referenced and modifications of standard techniques should be clearly stated. Novel analytical methods should be clearly described and referenced. It is the authors' responsibility to describe the appropriateness and limitations of the experimental design and to acknowledge these constraints while drawing inferences.

Apêndice 2 (Continuação). Normas utilizadas para a redação dos capítulos III e V

Results

The Results describe all of the relevant findings of the manuscript supported by critical tables and figures. The central tendencies of the data as well as the variability observed should be emphasized. Estimates of variability must accompany statistical analyses in data-based papers. Data comparisons to other published literature should not be included in this section.

Discussion

The Discussion should place the research results in the broadest possible scientific or management context. It should highlight the important contributions of the work and relate these contributions to published knowledge. The Discussion should clearly state the importance of the work to rangeland ecology or management.

Implications

All manuscripts should conclude with a brief section (maximum of two paragraphs) that highlights the broad implications of the research. The implications can be either scientific or managerial and reference any aspect of the rangeland profession.

Acknowledgments

The Acknowledgments section immediately precedes Literature Cited and is used to acknowledge individuals who provided assistance with data collection, analyses, and reviews. Grant information is footnoted on the title page, rather than in this section.

Literature Cited

List the citations of all published papers referenced in the text. The majority of citations should be from the peer-reviewed scientific literature. Citations from non-peer-reviewed sources should be limited to general databases (e.g., NOAA climate), manuals (e.g., SAS manuals) or to generic descriptions of study sites. It is the author's responsibility to ensure that all citations are correct and correctly cited in the text. Incorrect citations caught at the proof stage may result in extra charges for alterations.

Figures and Tables

Figures must be uploaded separately from the manuscript text. However, figure captions should be listed on a separate page following the Literature Cited. Tables (in their entirety) should follow the figure captions. See Appendix A for more information about figure files.

Apêndice 2 (Continuação). Normas utilizadas para a redação dos capítulos III e V

Supplemental Files

Supplemental files offer additional information to the reader but are not vital to understanding the paper. These files may be tables, figures, appendices, etc., that are too lengthy to print, or non-traditional elements such as spreadsheet tools or audio or video files. Supplemental files are not copy edited or typeset, but posted as submitted directly onto the journal web site when the paper is published. Therefore, please ensure supplemental files are ready to be published when they are submitted. Make sure to cite supplemental files in text using a separate numbering system from regular tables and figures (i.e., Tables S1, S2; Figs. S1, S2; etc.), and use the journal site URL to direct readers to the supplemental data: (Table S1, available at www.srnjournals.org).

Basic Formatting Rules (see Appendix B for specific information)

Headings

FIRST ORDER HEADING (Head #1)

All manuscripts should begin with the first order heading of Introduction. Heading should be all uppercase and centered. Insert a single line of space between Head #1 and text. Text following the heading is flush with the left margin and is not indented. Subsequent paragraphs in the section are indented.

Second Order Heading (Head #2)

Heading should be capitalized and bold, and should be flush with the left margin. The next line of text follows immediately and should be flush with the left margin.

Third Order Heading (Head #3). Heading should be capitalized and bold, but should be indented with a period at the end of the heading. Text begins on the same line.

Fourth Order Heading (Head #4). Heading should be indented and italicized with a period at the end of the heading. Text begins on the same line.

Internal and Technical Style

See Appendix B for specific style instructions. Make sure that all abbreviations used in the text are defined, scientific names (including authorities) are provided for plant and animal species, and complete sources of materials are listed. If these items are missing at the proof stage authors may be charged for providing them.

In-Text Footnotes

Material should be footnoted very rarely. Use superscript numerals.

Apêndice 2 (Continuação). Normas utilizadas para a redação dos capítulos III e V

Citations in Text

1. Place citations in chronological order (oldest first), then alphabetical order with semicolon separators.
2. Use et al. with three or more authors
3. EXAMPLES:
Johnson (2000), (Eliel 2003a, 2003b)
Johnson and Lewis (2001, 2002)
(Eliel 1999; Crews and Gartska 2000; Gardos et al. 2002a, 2002b)
4. Provide the date for personal communications. EXAMPLE: (J.T.C. Renner, personal communication, March 2001)
5. Avoid citing unpublished data

Literature Cited

1. Use #1 head style listed above; LITERATURE CITED
2. Citations should be strictly alphabetical by author, then chronological within same author(s). If an agency-author's name has been abbreviated in citations in the text, list the abbreviation first in the Literature Cited: [WRCC] Western Regional Climate Center. 2007....
3. Use city postal codes for USA locations. EXAMPLE: New York, NY, USA
4. Use city and country for countries outside the USA. EXAMPLE: Paris, France
5. Use the full name of journals; journal issue numbers are not necessary. Include information such as "Volume 1." and "2nd ed." with book titles
6. Except for proper names that occur in the titles of papers or books, **capitalize only** the first word in a title, and lowercase the first word after a colon or dash. The only exception is when the paper is published in a different language that typically capitalizes nouns
7. Author rules:
 - A. Schuman, G. E. (first/middle initials go after the last name for first authors only), T. Booth, and E. R. Roos
 - B. Schuman, G. E., III (1st author), G. E. Schuman III (other authors)
 - C. Engle, D. M., Jr. (1st author), D. M. Engle, Jr. (other authors)

Apêndice 2 (Continuação). Normas utilizadas para a redação dos capítulos III e V

Figures and Tables

Figure and table callouts in text:

1. All figures and tables must be called out in text, in the order they should appear in the article.
2. Figure, Table spelled out always in text. Use Fig. and Table in parentheses. If citing a figure or table from another work, use lowercase letters.

EXAMPLES

(Figs. 10A and 10B); (Figs. 4B–4D)

Figures 3–5; (Figs. 3–5)

Figures 1 and 2; (Figs. 1 and 2)

(Fig. 7; Tables 2 and 3)

(Johnson et al. 2007, fig. 1)

Figure captions (see Appendix A for information about figure files):

1. Figure captions should be listed on a separate page following the Literature Cited, since the figures will be uploaded separately from the manuscript text.
2. Caption style: **Figure 1.** Description that enables the reader to interpret the figure without referring to text. Refer to different panels in the figure as **A**, Text **B**, More text. **C**, Final text.
3. Define all abbreviations used in the figure. Style for explanations: NS indicates not significant; ND, not done; and NA, not applicable.
4. When showing mean separations, either capital or lowercase letters are permitted, but should be consistent throughout the manuscript.

Tables:

1. Heading style: **Table 1.** Description that enables the reader to interpret the table without referring to the text. If needed: **Table 1.** Continued.
2. All footnotes are designated and use superscripted numerals. Place a period at end of each footnote. EXAMPLE: ¹TNC indicates total nonstructural carbohydrates; KNF, Kaibab National Forest.
3. Letter designation for statistical significance should be lowercase not superscript.
4. Redefine all abbreviations used in the table. Use the same style for explanations as in figure captions.
5. Abbreviate “number”. EXAMPLE: No. of animals
6. For continued tables, repeat the column headings.
7. All horizontal lines dividing the table should be solid, but lines designating the measurement units should be dashed.

Apêndice 3. Normas utilizadas para redação do capítulo IV

Livestock Science

An International Journal



Introduction

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 method for example. The Technical Note should be used for information that cannot adequately be 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

Apêndice 3 (Continuação). Normas utilizadas para redação do capítulo IV

than two years old.

Contact details for submission

Authors should send queries concerning the submission process or journal procedures to 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/en/30publications/10policies/b3/index.html>; *EC Directive 86/609/EEC for animal experiments* 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.

Unnecessary cruelty in animal experimentation is not acceptable to the Editors of *Livestock Science*.

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.

Apêndice 3 (Continuação). Normas utilizadas para redação do capítulo IV

Changes to authorship

This policy concerns the addition, deletion, or rearrangement of author names in the authorship of accepted manuscripts:

Before the accepted manuscript is published in an online issue: Requests to add or remove an author, or to rearrange the author names, must be sent to the Journal Manager from the corresponding author of the accepted manuscript and must include: (a) the reason the name should be added or removed, or the author names rearranged and (b) written confirmation (e-mail, fax, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Requests that are not sent by the corresponding author will be forwarded by the Journal Manager to the corresponding author, who must follow the procedure as described above. Note that: (1) Journal Managers will inform the Journal Editors of any such requests and (2) publication of the accepted manuscript in an online issue is suspended until authorship has been agreed.

After the accepted manuscript is published in an online issue: Any requests to add, delete, or rearrange author names in an article published in an online issue will follow the same policies as noted above and result in a corrigendum.

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. Elsevier has 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

Apêndice 3 (Continuação). Normas utilizadas para redação do capítulo IV

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://webshop.elsevier.com/languageediting> or our customer support site at <http://support.elsevier.com> for more information.

Submission

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts source files to a single PDF file of the article, which is 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 emphasise part of the text.

Apêndice 3 (Continuação). Normas utilizadas para redação do capítulo IV

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
- 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. Contact details must be kept up to date by the corresponding author.**
- **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 abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

The abstract should not be longer than 400 words.

Apêndice 3 (Continuação). Normas utilizadas para redação do capítulo IV

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.gmw.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 are often more conveniently denoted by exp.

Levels of statistical significance which can be mentioned without further explanation are *P < 0.05, **P < 0.01 and ***P < 0.001.

In chemical formulae, valence of ions should be given as, e.g. Ca²⁺, not as Ca⁺⁺.

Isotope numbers should precede the symbols, e.g. ¹⁸O.

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 P₂O₅).

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

Apêndice 3 (Continuação). Normas utilizadas para redação do capítulo IV

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:

➔ <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.

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply "as is".

Please do not:

- 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 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

Apêndice 3 (Continuação). Normas utilizadas para redação do capítulo IV

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

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

Apêndice 4. Dados utilizados para análises realizadas no artigo do capítulo II

Tempo (min) das atividades registradas pelo método visual e acústico.

Animal	Pastejo Visual	Pastejo Acustico	Ruminação Visual	Ruminação Acustico	Outras Visual	Outras Acustico
1	340	343	135	200	275	207
2	410	382	140	213	245	200
3	585	566	40	127	180	111
4	300	297	140	137	240	240
5	220	237	45	53	100	85

Apêndice 5. Dados utilizados para análises realizadas no artigo do capítulo III

UE	Trat (%PV)	Bloco	MF (kgMS/ha)	ALT (cm)	TOUC (%)	Pastejo (min)	Época	TD (m/min)	D (m)	OFR (%PV)
8	4	1	875	4,9	2	657	V2009			5,1
2	4	2	1035,4	4,3	0	590	V2009			3,4
7A	8	1	2288,1	10,9	18	538	V2009			12,2
3A	8	2	2080,5	11,2	20	530	V2009			6,2
5A	12	1	2306,6	10,9	20	609	V2009			12
1B	12	2	2601,2	16,1	29	644	V2009			11,7
6B	16	1	2792,8	13,7	33	598	V2009			15,2
4A	16	2	2892,1	18,4	38	596	V2009			16,8
8	4	1	320	6	1	597	P2009	8,65	3106	2,7
2	4	2	510	3,9	0	641	P2009	5,41	2123	2,3
7A	8	1	855	6,9	16,3	466	P2009	6,44	2509	5,2
3A	8	2	868	5,6	21,8	443	P2009	4,99	1490	3,6
5A	12	1	1227	9,9	24,7	448	P2009	7,93	2944	9,8
1B	12	2	1328	7,8	32	444	P2009	5,36	1682	8,4
6B	16	1	2175	12,5	33	448	P2009	7,79	2469	10,1
4A	16	2	1271	8,2	41	525	P2009	5,11	2008	11
8	4	1	537	6,33	1	602	V2010	4,42	2661	3,6
2	4	2	591	5,44	0	739	V2010	4	2953	2,8
7A	8	1	998	8,93	16,3	560	V2010	3,67	2056	7,7
3A	8	2	1070	8,8	21,8	724	V2010	4,37	3158	4,4
5A	12	1	1635	11,8	24,7	625	V2010	4,42	2734	12,4
1B	12	2	2085	12,7	32	559	V2010	3,19	1781	12,2
6B	16	1	2018	13	33	522	V2010	5,42	2839	14
4A	16	2	1963	16,6	41	641	V2010	3,59	2300	16,4

Apêndice 6. Dados utilizados para análises realizadas no artigo do capítulo IV

Concentração de alcanos na forragem e parâmetros do valor nutritivo.

OF	UE	Bloco	Época	Concentração de alcanos (mg/kg de MS)													Total	PB (%)	DIVMS (%)			
				C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28	C29	C30	C31	C32				C33	C35	C36
4	8	1	V	0,92	2,68	57,71	2,66	2,19	3,57	1,97	7,63	3,76	16,66	10,79	107,49	15,42	272,55	156,53	3,31	608,14	10,50	40,59
4	2	2	V	0,00	3,00	59,38	2,93	2,12	3,84	1,74	7,73	3,42	16,47	9,57	105,13	13,66	277,14	182,37	0,00	629,11	11,10	38,02
8	7A	1	V	0,00	0,00	60,70	2,62	3,00	3,78	3,31	8,03	6,12	21,93	27,06	177,51	27,92	269,43	94,19	3,62	648,50	10,78	33,71
8	3A	2	V	0,00	2,21	55,16	2,42	2,47	3,38	2,62	8,79	6,12	21,57	23,47	139,25	23,19	236,58	119,48	3,42	594,95	10,75	39,94
12	5A	1	V	0,00	0,00	0,00	0,00	2,74	4,22	3,84	12,87	10,76	33,56	41,46	188,46	30,13	213,21	68,48	0,00	609,73	10,68	30,64
12	1B	2	V	0,00	0,00	60,51	2,92	2,72	3,75	2,37	6,79	6,47	20,41	29,64	172,18	29,53	258,55	110,85	4,18	650,36	8,44	31,93
16	6B	1	V	0,00	14,76	8,16	14,52	13,44	21,36	16,55	47,16	38,84	91,74	35,89	209,35	30,75	210,50	45,78	0,00	790,65	9,34	36,18
16	4A	2	V	5,51	3,88	86,71	4,94	4,56	4,93	4,01	11,55	9,04	31,94	34,65	220,69	29,77	275,49	77,88	0,00	718,84	9,70	30,28
4	8	1	P	1,96	2,39	76,30	3,38	3,56	3,81	1,84	8,94	3,66	21,61	10,56	145,85	13,94	271,76	135,95	0,00	629,21	13,84	46,11
4	2	2	P	7,71	0,00	86,13	0,00	6,09	0,00	6,56	24,49	8,59	44,42	14,62	191,82	14,30	263,96	107,05	0,00	689,61	15,05	45,18
8	7A	1	P	2,54	6,76	85,52	3,86	4,83	4,07	3,01	7,93	5,77	22,50	24,07	177,97	22,07	211,32	58,36	4,89	559,93	10,79	35,62
8	3A	2	P	2,28	5,44	72,10	4,25	3,76	4,10	3,28	8,47	5,07	21,57	15,40	139,52	14,73	202,09	93,16	2,71	525,84	12,20	45,58
12	5A	1	P	15,50	9,56	106,44	9,74	6,30	0,00	5,56	18,39	9,89	43,81	28,96	209,99	21,93	217,27	67,52	0,00	664,44	10,59	35,80
12	1B	2	P	0,00	0,00	55,74	2,42	2,96	3,09	1,99	7,17	5,59	21,35	22,71	166,52	20,58	234,59	9,29	3,08	501,34	12,84	41,28
16	6B	1	P	0,00	2,24	63,16	2,41	3,95	3,33	1,94	8,35	6,61	28,72	29,79	198,06	25,66	202,13	57,75	4,61	575,58	10,97	31,65
16	4A	2	P	1,94	7,29	100,30	0,00	10,40	7,02	5,89	14,83	10,70	39,74	34,89	235,55	25,62	235,54	57,50	0,00	686,91	10,53	38,91

Apêndice 6 (Continuação). Dados utilizados para análises realizadas no artigo do capítulo IV

Concentração de alcanos nas fezes.

OF	UE	Bloco	Tester	Época	Concentração de alcanos (mg/kg de MS)																Total
					C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28	C29	C30	C31	C32	C33	C35	C36	
4	8	1	1	V	0,00	0,00	0,00	7,34	6,92	12,90	0,00	29,26	24,61	39,92	21,30	169,02	157,02	333,41	194,63	0,00	996,35
4	8	1	2	V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,77	0,00	41,09	13,57	78,08	36,88	327,34	225,02	545,33	250,82	0,00	1531,89
4	8	1	3	V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,95	0,00	28,84	7,69	47,17	19,88	216,10	149,52	479,35	289,16	0,00	1247,66
4	2	2	1	V	3,78	4,44	4,71	4,88	5,15	7,70	2,22	17,30	6,24	36,04	19,65	213,33	191,55	470,81	277,29	5,03	1270,13
4	2	2	2	V	0,00	0,00	0,00	5,34	3,72	10,12	3,57	24,26	22,07	47,81	21,84	247,77	188,02	489,32	271,82	0,00	1335,65
4	2	2	3	V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,27	0,00	21,83	7,35	44,00	18,62	221,51	170,14	422,34	239,06	0,00	1153,13
8	7A	1	1	V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,10	0,00	13,60	58,07	32,72	37,09	235,34	175,18	383,68	173,09	0,00	1114,87
8	7A	1	2	V	0,00	0,00	0,00	7,40	0,00	10,86	0,00	29,25	25,50	62,64	50,64	385,38	183,05	575,29	226,18	0,00	1556,19
8	7A	1	3	V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,68	0,00	14,26	39,12	37,86	34,86	267,04	130,06	440,34	174,39	0,00	1143,62
8	3A	2	1	V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,32	19,23	11,45	57,39	44,87	313,20	197,27	385,48	147,91	0,00	1180,13
8	3A	2	2	V	3,33	7,33	9,88	7,34	13,58	12,54	14,39	36,14	16,70	80,88	64,30	416,02	243,02	538,28	208,38	43,21	1715,33
8	3A	2	3	V	5,91	6,29	9,62	6,50	7,14	7,80	7,51	22,88	17,58	65,07	81,59	423,50	249,93	547,21	202,38	22,98	1683,87
12	5A	1	1	V	0,00	0,00	0,00	0,00	3,43	5,00	0,00	18,84	10,25	49,18	35,53	269,46	142,46	292,79	96,22	0,00	923,17
12	5A	1	2	V	2,53	0,00	0,00	37,21	3,37	5,79	0,00	19,33	12,19	54,87	41,32	319,38	158,00	342,47	115,46	0,00	1111,91
12	5A	1	3	V	0,00	0,00	0,00	0,00	5,03	0,00	4,96	19,56	14,62	59,94	54,89	351,15	164,62	351,12	105,39	0,00	1131,29
12	1B	2	1	V	5,87	5,51	4,65	4,30	4,98	5,42	3,37	13,57	11,20	41,83	57,83	317,71	180,50	433,76	159,68	0,00	1250,20
12	1B	2	2	V	0,00	0,00	0,00	3,28	0,00	0,00	0,00	14,22	11,83	43,46	55,15	312,60	164,04	431,16	153,44	0,00	1189,18
12	1B	2	3	V	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,88	12,45	44,25	57,49	327,88	169,18	415,45	151,74	0,00	1192,32
16	6B	1	1	V	0,00	0,00	0,00	5,63	9,87	0,00	0,00	17,15	43,39	39,48	37,11	217,95	174,82	323,14	155,46	0,00	1024,00
16	6B	1	2	V	0,00	0,00	0,00	4,74	3,77	6,49	0,00	17,41	43,09	44,97	42,16	244,95	173,03	346,63	154,88	8,24	1090,37
16	6B	1	3	V	2,40	0,00	0,00	5,25	3,21	7,29	4,15	18,59	26,12	50,48	55,47	293,59	174,71	405,59	167,88	0,00	1214,72
16	4A	2	1	V	0,00	0,00	4,56	4,03	5,32	5,31	3,43	15,04	9,79	41,19	47,91	321,29	162,54	446,80	165,48	0,00	1232,72
16	4A	2	2	V	0,00	0,00	0,00	5,73	10,02	0,00	28,93	26,43	65,39	72,65	404,05	197,15	484,87	161,03	0,00	1456,25	
16	4A	2	3	V	12,03	7,65	14,14	8,59	4,66	10,54	4,95	22,98	14,71	56,59	62,90	387,74	182,47	504,05	179,10	0,00	1473,08
4	8	1	1	P	0,00	0,00	0,00	2,60	6,19	0,00	0,00	15,11	6,46	50,08	20,76	282,47	154,92	477,17	212,44	28,64	1256,85
4	8	1	2	P	0,00	0,00	0,00	6,58	0,00	0,00	16,04	12,46	55,97	23,65	323,74	184,41	544,26	242,31	31,87	1441,29	
4	8	1	3	P	0,00	0,00	0,00	0,00	4,31	0,00	14,12	6,51	49,70	21,98	325,11	150,98	555,59	247,93	0,00	1376,24	
4	2	2	1	P	0,00	0,00	0,00	5,33	3,60	6,06	0,00	16,36	49,73	50,85	23,02	337,49	226,94	592,34	284,11	0,00	1595,82
4	2	2	2	P	0,00	0,00	0,00	3,45	0,00	2,06	10,60	5,67	38,61	21,09	289,96	253,07	527,01	263,13	25,31	1439,97	
4	2	2	3	P	3,74	10,66	24,36	9,37	12,00	10,91	13,05	23,12	45,19	61,14	24,35	301,63	202,35	366,79	151,54	32,28	1292,48
8	7A	1	1	P	0,00	0,00	0,00	4,03	0,00	0,00	11,75	6,07	41,66	21,01	308,48	261,69	554,11	275,99	0,00	1484,78	
8	7A	1	2	P	0,00	0,00	0,00	4,22	0,00	0,00	14,38	9,57	49,39	39,86	403,90	123,21	452,93	130,90	29,94	1258,30	
8	7A	1	3	P	6,01	0,00	0,00	0,00	0,00	10,46	0,00	158,57	9,89	61,37	42,28	421,51	169,80	422,30	110,87	0,00	1413,05
8	3A	2	1	P	0,00	0,00	0,00	0,00	10,52	6,49	35,64	24,43	96,23	79,36	443,51	186,08	372,40	105,27	0,00	1359,91	
8	3A	2	2	P	0,00	0,00	0,00	4,43	4,85	8,30	5,71	18,11	12,05	66,48	49,91	398,95	250,87	472,07	124,37	0,00	1416,09
8	3A	2	3	P	0,00	0,00	0,00	5,08	3,79	6,95	5,11	20,30	13,41	58,80	33,54	260,40	175,99	291,45	71,63	0,00	946,45
12	5A	1	1	P	0,00	0,00	0,00	6,05	0,00	4,88	17,27	9,97	58,72	35,08	361,43	123,56	360,02	107,53	7,63	1092,13	
12	5A	1	2	P	0,00	0,00	0,00	4,41	7,78	5,57	25,71	17,39	81,83	53,36	458,14	149,21	431,63	136,32	0,00	1371,35	
12	1B	2	1	P	1,81	0,00	0,00	0,00	0,00	12,91	4,66	30,72	17,11	84,15	54,33	404,57	167,87	305,25	64,41	0,00	1147,78
12	1B	2	2	P	0,00	0,00	5,41	4,89	9,61	7,03	9,61	18,52	12,26	60,79	55,54	426,07	219,23	455,25	129,18	33,41	1446,80
12	5A	2	3	P	0,00	0,00	0,00	4,11	3,74	7,99	4,62	20,01	17,05	66,15	48,94	390,06	133,02	343,34	91,84	0,00	1130,87
12	1B	2	3	P	0,00	0,00	0,00	0,00	5,14	0,00	18,11	13,38	55,24	58,25	364,34	141,68	385,55	115,83	0,00	1157,51	
16	6B	1	1	P	0,00	0,00	5,88	4,56	6,81	8,21	5,72	20,40	13,11	63,73	58,14	377,59	147,35	396,13	121,50	7,40	1236,54
16	6B	1	2	P	0,00	0,00	0,00	5,15	5,83	8,31	4,53	22,35	27,91	65,42	57,32	369,21	171,74	380,19	119,07	38,65	1275,67
16	6B	1	3	P	4,36	7,15	8,82	5,91	9,80	7,98	11,08	20,76	37,43	60,06	52,47	352,61	124,08	356,75	102,69	29,68	1191,63
16	4A	2	1	P	0,00	4,28	1,99	4,06	6,50	0,00	5,38	18,25	9,92	50,10	41,22	378,35	131,90	415,62	118,27	10,52	1196,36
16	4A	2	2	P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,98	0,00	22,27	11,79	61,18	42,52	393,22	124,34	351,91	92,91	0,00	1112,12
16	4A	2	3	P	4,43	6,32	11,12	6,31	10,42	7,15	5,82	17,90	9,86	53,94	40,50	376,09	131,53	426,95	126,70	27,30	1262,35

Apêndice 6 (Continuação). Dados utilizados para análises realizadas no artigo do capítulo IV

Dados utilizados para analisar a evolução da excreção fecal de C₃₂.

OF	UE	Bloco	Animal	Dia	C32 (mg/kg de MS)
12	5A	1	120	1	45,74
12	5A	1	120	2	109,05
12	5A	1	120	3	157,48
12	5A	1	120	4	168,25
12	5A	1	120	5	203,12
12	5A	1	120	6	194,09
12	5A	1	120	7	176,46
12	5A	1	120	8	164,99
12	5A	1	120	9	138,40
12	5A	1	120	10	137,66
12	5A	1	120	11	169,53
12	5A	1	120	12	158,27
8	7A	1	116	1	44,36
8	7A	1	116	2	117,13
8	7A	1	116	3	204,01
8	7A	1	116	4	208,57
8	7A	1	116	5	206,59
8	7A	1	116	6	226,84
8	7A	1	116	7	221,03
8	7A	1	116	8	211,79
8	7A	1	116	9	197,84
8	7A	1	116	10	207,90
8	7A	1	116	11	197,20
8	7A	1	116	12	209,87
4	8	1	91	1	15,27
4	8	1	91	2	93,28
4	8	1	91	3	169,20
4	8	1	91	4	112,18
4	8	1	91	5	170,06
4	8	1	91	6	187,17
4	8	1	91	7	145,23
4	8	1	91	8	157,00
4	8	1	91	9	142,38
4	8	1	91	10	152,14
4	8	1	91	11	144,91
4	8	1	91	12	130,95
16	6B	1	76	1	47,39
16	6B	1	76	2	214,59
16	6B	1	76	3	224,77
16	6B	1	76	4	237,37
16	6B	1	76	5	211,04
16	6B	1	76	6	212,97
16	6B	1	76	7	274,91
16	6B	1	76	8	174,12
16	6B	1	76	9	207,24
16	6B	1	76	10	214,30

Apêndice 6 (Continuação). Dados utilizados para análises realizadas no artigo do capítulo IV

16	6B	1	76	11	193,29
16	6B	1	76	12	202,95
8	3A	2	50	1	39,25
8	3A	2	50	2	74,45
8	3A	2	50	3	119,53
8	3A	2	50	4	165,09
8	3A	2	50	5	152,41
8	3A	2	50	6	131,38
8	3A	2	50	7	155,85
8	3A	2	50	8	177,75
8	3A	2	50	9	198,81
8	3A	2	50	10	210,72
8	3A	2	50	11	225,36
8	3A	2	50	12	231,82
4	2	2	18	1	27,17
4	2	2	18	2	100,28
4	2	2	18	3	159,10
4	2	2	18	4	181,75
4	2	2	18	5	157,50
4	2	2	18	6	156,16
4	2	2	18	7	
4	2	2	18	8	161,25
4	2	2	18	9	186,61
4	2	2	18	10	169,45
4	2	2	18	11	184,00
4	2	2	18	12	203,07
16	4A	2	11	1	42,63
16	4A	2	11	2	74,71
16	4A	2	11	3	128,13
16	4A	2	11	4	134,76
16	4A	2	11	5	160,52
16	4A	2	11	6	
16	4A	2	11	7	153,21
16	4A	2	11	8	
16	4A	2	11	9	153,27
16	4A	2	11	10	160,26
16	4A	2	11	11	157,50
16	4A	2	11	12	170,13
12	1B	2	3	1	52,34
12	1B	2	3	2	111,17
12	1B	2	3	3	153,53
12	1B	2	3	4	167,29
12	1B	2	3	5	152,11
12	1B	2	3	6	157,83
12	1B	2	3	7	165,18
12	1B	2	3	8	156,18
12	1B	2	3	9	208,26
12	1B	2	3	10	198,34
12	1B	2	3	11	202,07
12	1B	2	3	12	183,64

Apêndice 6 (Continuação). Dados utilizados para análises realizadas no artigo do capítulo IV

Valores de consumo estimados com os diferentes pares homólogos com (CC) e sem correção (SC) pela taxa de recuperação fecal

OF	UE	Bloco	Tester	Período	Consumo (% PV)			
					C32:C33SC	C31:C32SC	C32:C33CC	C31:C32CC
4	2	2	1	V	2,15	0,90	2,22	0,54
4	2	2	2	V	1,96	0,93	2,03	0,48
4	2	2	3	V	1,68	0,83	1,74	0,39
4	8	1	1	V	1,67	0,79	1,73	0,42
4	8	1	2	V	2,01	1,13	2,08	0,63
4	8	1	3	V	2,47	0,99	2,57	0,49
8	3A	2	1	V	1,71	1,33	1,77	0,63
8	3A	2	2	V	2,43	1,76	2,52	1,01
8	3A	2	3	V	2,29	1,67	2,38	0,92
8	7A	1	1	V	2,33	1,29	2,43	0,81
8	7A	1	2	V	3,16	1,83	3,31	0,95
8	7A	1	3	V	3,95	1,98	4,14	1,14
12	1B	2	1	V	2,27	1,51	2,37	0,76
12	1B	2	2	V	2,53	1,64	2,64	0,81
12	1B	2	3	V	2,77	2,02	2,89	1,20
12	5A	1	1	V	3,00	2,67	3,13	1,67
12	5A	1	2	V	3,25	2,95	3,40	1,85
12	5A	1	3	V	3,16	3,16	3,30	1,98
16	4A	2	1	V	2,15	1,38	2,25	0,59
16	4A	2	2	V	2,51	1,97	2,62	1,15
16	4A	2	3	V	2,61	1,83	2,73	0,95
16	6B	1	1	V	2,93	1,76	3,05	1,22
16	6B	1	2	V	3,04	1,92	3,18	1,23
16	6B	1	3	V	3,33	2,11	3,48	1,19
4	2	2	1	P	2,96	2,24	2,77	1,48
4	2	2	2	P	1,53	1,13	1,43	0,50
4	2	2	3	P	1,47	1,69	1,37	0,83
4	8	1	1	P	1,85	2,09	1,73	0,73
4	8	1	2	P	1,96	2,22	1,84	0,87
4	8	1	3	P	4,30	4,79	4,02	3,15
8	3A	2	1	P	1,87	3,68	1,74	1,51
8	3A	2	2	P	1,73	2,20	1,62	0,90
8	3A	2	3	P	1,65	2,23	1,54	1,01
8	7A	1	1	P	1,99	1,20	1,87	0,47
8	7A	1	2	P	4,14	4,55	3,92	1,70
8	7A	1	3	P	2,79	3,54	2,62	1,59
12	1B	2	1	P	1,35	3,01	1,26	1,12
12	1B	2	2	P	1,67	2,37	1,56	0,93
12	1B	2	3	P	2,30	3,42	2,16	1,32
12	5A	1	1	P	2,82	2,97	2,65	1,13
12	5A	1	2	P	2,91	3,33	2,74	1,32
12	5A	1	3	P	2,63	3,30	2,47	1,38
16	4A	2	1	P	3,37	2,93	3,19	1,24
16	4A	2	2	P	2,51	2,95	2,36	1,09
16	4A	2	3	P	3,62	3,00	3,43	1,30
16	6B	1	1	P	3,74	3,59	3,54	1,70
16	6B	1	2	P	2,33	2,30	2,19	0,90
16	6B	1	3	P	3,86	3,91	3,65	1,72

Apêndice 6. Dados utilizados para análises realizadas no artigo do capítulo V e VI

UE	Época	OF	Bloco	MF	ALT	TOUC	TP	CMS	TXCMS	OFR	PB	FDN	FDA	DIVMS	Ef. Colheita (%)	CMS (% do máx)	CNDT	TXCNDT	CPB	TXCPB
8	V	4	1	875	4,9	2	657	2,05	31,23	5,1	10,5	86,46	40,17	40,59	40,24	62	0,69	10,49	0,22	3,28
2	V	4	2	1035	4,3	0	590	1,93	32,71	3,4	11,1	86,14	47,48	38,02	56,76	58	0,65	11,02	0,21	3,63
7A	V	8	1	2288	10,9	18	538	2,75	51,10	12,2	10,78	86,8	44,06	33,71	22,54	83	0,76	14,14	0,30	5,51
3A	V	8	2	2081	11,2	20	530	2,14	40,38	6,2	10,75	88,49	42,61	39,94	34,52	65	0,71	13,34	0,23	4,34
5A	V	12	1	2307	10,9	20	609	3,14	51,51	12	10,68	85,85	59,13	30,64	26,14	95	0,77	12,71	0,34	5,50
1B	V	12	2	2601	16,1	29	644	3,52	39,20	11,7	8,44	84,84	47,94	31,93	21,57	76	0,68	10,49	0,21	3,31
6B	V	16	1	2793	13,7	33	598	3,1	51,85	15,2	9,34	86,89	43,26	36,18	20,40	94	1,02	17,10	0,29	4,84
4A	V	16	2	2892	18,4	38	596	2,43	40,69	16,8	9,7	88,25	34,34	30,28	14,43	73	0,60	10,10	0,24	3,95
8	P	4	1	320	6	1	597	1,91	31,98	2,7	13,84	88,97	35,76	46,11	70,71	58	0,73	12,19	0,26	4,43
2	P	4	2	510	3,9	0	641	1,99	31,02	2,3	15,05	85,2	40,4	45,18	86,46	60	0,72	11,17	0,30	4,67
7A	P	8	1	855	6,9	16	466	2,39	51,28	5,2	10,79	84,2	40,23	35,62	45,96	72	0,70	15,12	0,26	5,53
3A	P	8	2	868	5,6	22	443	1,69	38,15	3,6	12,2	85,63	37,07	45,58	46,95	51	0,64	14,52	0,21	4,65
5A	P	12	1	1227	9,9	25	448	2,78	62,16	9,8	10,59	86,03	45,63	35,8	28,42	84	0,83	18,62	0,29	6,58
1B	P	12	2	1328	7,8	32	444	1,98	44,70	8,4	12,84	81,33	44,33	41,28	23,63	60	0,67	15,02	0,25	5,74
6B	P	16	1	2175	12,5	33	448	3,31	73,92	10,1	10,97	88,72	49,01	31,65	32,79	100	0,88	19,59	0,36	8,11
4A	P	16	2	1271	8,2	41	525	3,17	60,35	11	10,53	89,79	44,41	38,91	28,80	96	1,02	19,49	0,33	6,35

9. VITA

Júlio Kuhn Da Trindade é filho de Carlos Augusto Da Trindade e Iracema Kuhn, nasceu em 11 de outubro de 1980 no município de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Coursou os ensinamentos fundamental e médio no Colégio Nossa Senhora do Rosário, em sua cidade natal, tendo finalizado o segundo grau no ano de 1998. No primeiro semestre de 1999, ingressou no curso de graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Durante o curso de graduação foi bolsista BIC/UFRGS e FAPERGS nos departamentos de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia e Solos de 1999 a 2003. Realizou estágio com bolsa FDRH no Setor de Agrometeorologia da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) entre 2003 e 2005. Concluiu o curso de Agronomia em janeiro de 2005. Em março de 2005, ingressou no curso de mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) pertencente à Universidade de São Paulo (USP), sendo bolsista FAPESP. Em março de 2007, obteve o título de Mestre em Agronomia. Na 45ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia recebeu o Prêmio “Octavio Domingues” pela autoria da melhor dissertação defendida no ano de 2007. Em março de 2007, ingressou no curso de Doutorado junto ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela UFRGS, na área de concentração Plantas Forrageiras, contemplado com bolsa da CAPES.