

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

Emissão de metano e comportamento ingestivo de bovinos de corte em  
pastagem natural com diferentes níveis de intensificação

BRUNA MOSCAT DE FARIA  
Zootecnia/UFRRJ  
Mestre em Zootecnia/UFRRJ

Tese apresentada como requisito para obtenção do grau de Doutor em  
Zootecnia

Área de concentração Produção Animal

Porto Alegre (RS) Brasil  
Março de 2015

#### CIP - Catalogação na Publicação

Faria, Bruna Moscat de

Emissão de metano e comportamento ingestivo de bovinos de corte em pastagem natural com diferentes níveis de intensificação / Bruna Moscat de Faria. -- 2015.

138 f.

Orientador: Ênio Rosa Prates.

Coorientadores: Teresa Cristina Moraes Genro, Júlio Otávio Jardim Barcellos.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2015.

1. gás efeito estufa. 2. bioma Pampa. 3. deslocamento. 4. consumo. 5. desempenho . I. Prates, Ênio Rosa, orient. II. Genro, Teresa Cristina Moraes, coorient. III. Barcellos, Júlio Otávio Jardim, coorient. IV. Título.

BRUNA MOSCAT DE FARIA  
Zootecnista e  
Mestre em Zootecnia

## TESE

Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de

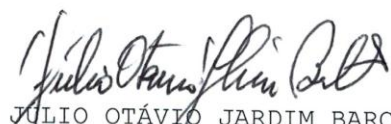
### DOUTOR EM ZOOTECNIA

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


Aprovado em: 31.03.2015  
Pela Banca Examinadora


Homologado em: 15.07.2015  
Por

  
ÊNIO ROSA PRATES  
PPG Zootecnia/UFRGS  
Orientador

  
JULIO OTÁVIO JARDIM BARCELLOS  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia

  
PAULO CESAR FACCIO CARVALHO  
PPG Zootecnia/UFRGS

  
LUÍS GUSTAVO BARIONI  
EMBRAPA Informática

  
EMÍLIO ANDRÉS LACA  
Universidade da Califórnia

  
PEDRO ALBERTO SELBACH  
Diretor da Faculdade de Agronomia

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço a Deus, regente supremo do universo, que esteve a meu lado em todos os momentos e me guiou por todos os caminhos para que chegasse até aqui.

A meus pais, Álvaro e Rosa, e demais familiares, que sempre me apoiaram nas minhas decisões e se mantiveram presentes, mesmo com a distância de centenas de quilômetros. Obrigada por todo amor e carinho, por acreditarem em mim em todos os momentos e sempre me incentivarem a correr atrás de meus sonhos.

Ao Prof. Ênio Prates pela orientação e conhecimentos transmitidos e pela confiança em mim depositada.

A Dra. Cristina Genro pela imensa parceria, inúmeros ensinamentos, amizade, pela confiança e, claro, pelas deliciosas recepções em sua casa. Sem palavras para agradecer tudo o que fizestes por mim!

Ao Prof. Paulo Carvalho, grande responsável pelo início de minha parceria com a Dra. Cristina, por toda a ajuda e apoio durante minha temporada em Davis, e também pelas conversas, ensinamentos e conselhos que certamente levarei para minha futura vida profissional.

Ao Dr. Emilio Laca por prontamente me receber na UC Davis e me transmitir seu grande conhecimento. Muito obrigada pelo carinho e paciência!

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos, tanto no Brasil como no exterior.

Aos funcionários do setor de forrageiras da Embrapa Pecuária Sul, de maneira especial ao Jorge Correa e aos técnicos Marco Antônio Padilha e Rodison Sisti por todo auxílio durante as avaliações de campo, e por estarem sempre dispostos a ajudar no que precisei. Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Camila Luzardo e Fabiano Solari, que me auxiliaram em toda a parte de análise bromatológica e de alcanos. A todos, muito obrigada pela paciência e amizade!

Aos funcionários da Embrapa Pecuária Sul que de maneira direta ou indireta ajudaram no experimento. De maneira especial ao Adriano, Cleidion, Edson, Paulo Machado e Paulo Severo, que por muitas vezes pegaram chuva e frio para que as coletas pudessem ser realizadas.

Aos estagiários que durante o tempo do experimento por aqui passaram, sem os quais o trabalho teria sido muito mais difícil e entediante. Obrigada por toda a ajuda, companheirismo, troca de experiências, histórias, conversas e risadas.

A equipe do Prof. Paulo Carvalho e a Dra. Glaucia Amaral pela ajuda com as avaliações de metano.

As grandes amigas Jusiane e Maiara, meu imenso obrigado por me aturarem. Não tenho palavras para expressar o quanto sou grata por todo o apoio e ajuda, palavras de carinho, as risadas o companheirismo e amizade a mim presenteada. Que nosso trio tenha vida longa!!

A grande amiga e companheira de casa Jaqueline, pela amizade e companheirismo em todos os momentos!

Aos colegas da UFRGS.

Agradeço do fundo do coração a cada um de vocês!! Que Deus os abençoe sempre!!!

## EMISSÃO DE METANO E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS DE CORTE EM PASTAGEM NATURAL COM DIFERENTES NÍVEIS DE INTENSIFICAÇÃO<sup>1</sup>

**Autor:** Bruna Moscat de Faria

**Orientador:** Ênio Rosa Prates

**Co-Orientador:** Teresa Cristina Moraes Genro e Júlio Otávio Jardim Barcellos

**Resumo:** O estudo foi realizado em área pertencente a Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS, com o objetivo de avaliar a emissão de metano, consumo a pasto, desempenho, e comportamento ingestivo de novilhos de corte em pastagem natural (CN), pastagem natural fertilizada com nitrogênio (CNA) e pastagem natural fertilizada com nitrogênio e sobressemeada com *Lolium multiflorum* e *Trifolium pratense* (CNM). O delineamento foi inteiramente casualizado com três repetições. Foram utilizados novilhos da raça Hereford em pastoreio contínuo com lotação variável para atingir oferta diária forragem de 12 kg MS 100 kg PV<sup>-1</sup> (12% PV). Para o primeiro artigo, as avaliações foram feitas no verão, outono, inverno e primavera de 2013. As emissões de metano foram estimadas pela técnica do gás marcador hexafluoreto de enxofre. Para avaliação do consumo foi utilizada a técnica dos n-alcanos. Para o segundo artigo, avaliações com GPS foram feitas na primavera de 2013, outono e primavera de 2014. A localização e o deslocamento dos animais foram registrados, e avaliações visuais das atividades dos animais foram feitas a cada 10 minutos, do nascer ao pôr-do-sol, durante dois dias consecutivos em cada época. Os animais apresentaram bom desempenho ao longo do ano, com ganhos médios diários de 0,272, 0,467 e 0,514 kg para os tratamentos CN, CNA e CNM, respectivamente. As maiores emissões de metano foram durante a primavera. O CN apresentou maior quantidade de metano emitida por kg de ganho de peso (577,94, 337,69 e 387,18 g CH<sub>4</sub> kg GPV<sup>-1</sup> para o CN, CNA e CNM, respectivamente). Animais em CN passaram mais tempo em atividade de pastejo do que aqueles em CNA e CNM. Durante as épocas, menor atividade de pastejo foi na primavera de 2013 em comparação com outono de 2014 e primavera de 2014. Para as variáveis tempo em ruminação e em outras atividades não houve diferença nem para tratamentos nem para época de avaliação. Para o deslocamento, não houve diferença entre os tratamentos, entretanto houve efeito para as estações avaliadas, onde os animais caminharam menos no outono de 2014 comparado a primavera de 2013 e 2014. As estações do ano afetaram mais o consumo de MS e a emissão de metano que os níveis de intensificação. No entanto, considerando o desempenho dos animais, a inclusão de insumos permite menor emissão de metano por quilo de ganho de peso.

**Palavras-chave:** bioma Pampa, desempenho, deslocamento, gás efeito estufa, hexafluoreto de enxofre, n-alcanos

---

<sup>1</sup> Tese de Doutorado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (138 p.) Março de 2015.

## METHANE EMISSION AND FEEDING BEHAVIOUR OF BEEF CATTLE IN NATURAL GRASSLAND WITH DIFFERENT INTENSIFICATION LEVELS<sup>2</sup>

**Author:** Bruna Moscat de Faria

**Adviser:** Ênio Rosa Prates

**Co-Adviser:** Teresa Cristina Moraes Genro e Júlio Otávio Jardim Barcellos

**Abstract:** The study was conducted in an area of Embrapa Southern Region Animal Husbandry, Bagé, Rio Grande do Sul, Brazil, in order to assess the methane emission, forage intake, performance, and feeding behaviour of beef steers in natural grassland (NG), natural grassland fertilized with nitrogen (NGF) and natural grassland fertilized with nitrogen and oversown with exotic cool season species *Lolium multiflorum* and *Trifolium pratense* (NGFS). The design was completely randomized design with three replications. Hereford steers were used in continuous grazing with variable stocking rate to achieve daily supply of 12 kg DM 100 kg LW<sup>-1</sup> (12% PV). For the first paper, evaluations were made in the summer, fall, winter and spring of 2013. Methane emissions were estimated by sulfur hexafluoride tracer gas technique. To evaluate the dry matter intake was used the n-alkanes technique. For the second paper, evaluations with GPS were made in spring 2013, fall and spring 2014. The location and the movement of animals have been recorded, and visual assessments of animal activities were made every 10 minutes, from sunrise to sunset, for two consecutive days in each season. Animals showed a good performance throughout the year, with average daily gain of 0.272, 0.467 and 0.514 kg for NG, NGF and NGFS treatments, respectively. The highest methane emissions were during spring. The NG presented a higher amount of methane emitted per kg of weight gain (577.94, 337.69 and 387.18 g CH<sub>4</sub> kg BWG<sup>-1</sup> to NG, NGF and NGFS, respectively). Animals in NG spent more time in grazing activity (71%) than those in NGF (63%) and NGFS (64%). During seasons, less grazing activity was in the spring of 2013 (62%) compared with fall 2014 (67%) and spring 2014 (68%). For the variables time ruminating and in other activities there was no difference either for treatments or for season. For displacement, there was no difference between treatments, however was effect on the seasons evaluated, where the animals walked less in the fall of 2014 compared to the spring of 2013 and 2014. The seasons affected more DM intake and methane emissions that intensification levels. However, considering the animals performance, the inclusion of inputs allows lower methane emissions per kilogram of weight gain.

**Keywords:** Displacement, greenhouse gas, n-alkanes, Pampa biome, performance, sulfur hexafluoride

---

<sup>2</sup> Doctoral thesis in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (138 p.), March, 2015.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>15</b>
1.INTRODUÇÃO.....	16
2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1.Bovinocultura de corte.....	17
2.2.Bioma Pampa.....	18
2.3.Metano.....	22
2.4.Comportamento ingestivo espaço-temporal.....	25
3.HIPÓTESES.....	27
4.OBJETIVOS.....	28
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>29</b>
Emissão de metano por bovinos de corte mantidos em pastagem natural do Sul do Brasil.....	30
Introdução.....	32
Material e Métodos.....	34
Resultados.....	46
Discussão.....	56
Conclusões.....	64
Referências Bibliográficas.....	65
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>74</b>
Comportamento ingestivo de bovinos de corte em pastagem natural.....	75
Introdução.....	77
Material e Métodos.....	79
Resultados.....	86
Discussão.....	90
Conclusões.....	94
Referências Bibliográficas.....	94

<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>97</b>
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	98
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
APÊNDICES.....	104
VITA.....	138



## RELAÇÃO DE TABELAS

### **CAPITULO II.....29**

Tabela 1. Contribuição das principais espécies encontradas na área experimental ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) baseado em levantamento florístico feito nas estações de outono e primavera de 2013.....38

Tabela 2. Massa de forragem total ( $\text{Kg MS ha}^{-1}$ ), massa de forragem verde ( $\text{Kg MS ha}^{-1}$ ) e altura do dossel (cm) em campo natural (CN), campo natural melhorado por fertilização (CNA) e campo natural melhorado por fertilização e introdução de espécies hibernais exóticas (CNM), durante as estações do ano.....47

Tabela 3. Teores de proteína bruta ( $\text{g kg MS}^{-1}$ ) e de energia bruta ( $\text{MJ kg}^{-1}$ ) da forragem em campo natural (CN), campo natural melhorado por fertilização (CNA) e campo natural melhorado por fertilização e introdução de espécies hibernais exóticas (CNM), durante as estações do ano.....50

Tabela 4. Ganho médio diário dos animais ( $\text{kg dia}^{-1}$ ) em campo natural (CN), campo natural melhorado por fertilização (CNA) e campo natural melhorado por fertilização e introdução de espécies hibernais exóticas (CNM), durante as estações do ano.....51

Tabela 5. Consumo total de matéria seca ( $\text{kg MS animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), consumo para cada 100 quilos de peso vivo (%PV), emissão de metano diária por animal ( $\text{g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), emissão de metano por quilo de matéria seca consumida ( $\text{g kg MS}^{-1}$ ), consumo diário de fibra em detergente neutro ( $\text{kg dia}^{-1}$ ) e energia bruta ( $\text{kg dia}^{-1}$ ) e valor de emissão de metano pelo consumo de fibra em detergente neutro (%) e energia bruta (%) em campo natural (CN), campo natural melhorado por fertilização (CNA) e campo natural melhorado por fertilização e introdução de espécies hibernais exóticas (CNM).....52

Tabela 6. Consumo total de matéria seca ( $\text{kg MS animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), consumo de matéria seca para cada 100 quilos de peso vivo animal (%PV), emissão de metano diária por animal ( $\text{g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), emissão de metano por quilo de matéria seca consumida ( $\text{g kg MS}^{-1}$ ), consumo diário de fibra em detergente neutro ( $\text{kg dia}^{-1}$ ) e de energia bruta ( $\text{kg dia}^{-1}$ ) e valor de emissão de metano pelo consumo de fibra em detergente neutro (%) e de energia bruta (%), por estação do ano.....54

### **CAPÍTULO III.....73**

Tabela 1. Contribuição das principais espécies encontradas na área experimental ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) baseado em levantamento florístico feito nas estações de outono e primavera de 2013.....81

Tabela 2. Médias e desvio padrão da distância diária (em metros) percorrida pelos animais em atividade de pastejo nos diferentes tratamentos e estações.....89

## RELAÇÃO DE FIGURAS

<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>15</b>
Figura 1. Localização geográfica dos Campos Sulinos na área cinza do mapa (Baldi et al., 2006).....	19
Figura 2. Produtividade de sistemas pastoris com pastagens nativas segundo níveis de interferência antrópica. Os níveis são ilustrados com recria de novilhos, e os números referem-se ao desempenho animal por unidade de área que podem ser potencialmente obtidos (Carvalho et al., 2011).....	21
Figura 3. Estoques de carbono orgânico original no solo nas pastagens do bioma Pampa no Sul do Brasil. (Pillar et al., 2012).....	24
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>29</b>
Figura 1. Temperaturas máximas, médias e mínimas e precipitação observadas durante o ano do estudo (2013) e as normais meteorológicas da região.....	35
Figura 2. Oferta real diária de forragem (kg de MS 100 kg de PV <sup>-1</sup> ) e oferta real diária de forragem verde (kg de MS verde 100 kg de PV <sup>-1</sup> ) nas estações do ano. Diferentes letras nas médias em cada variável, diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.....	48
Figura 3. Teores de matéria orgânica (MO, g kg MS <sup>-1</sup> ) e fibra em detergente neutro (FDN, g kg MS <sup>-1</sup> ) da forragem em campo natural (CN), campo natural melhorado por fertilização (CNA) e campo natural melhorado por fertilização e introdução de espécies hibernais exóticas (CNM) (Figura a), e durante as estações do ano (Figura b). Letras diferentes nas barras para cada variável, em cada figura, diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.....	49
Figura 4. Relação entre consumo de matéria seca por dia (kg) e a emissão de metano por dia (g) pelos animais nas diferentes estações do ano.....	55
Figura 5. Relação entre consumo de fibra em detergente neutro (FDN) por dia (kg) e a emissão de metano por dia (g) dos animais nas diferentes estações do ano.....	56
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>73</b>
Figura 1. Temperaturas médias observadas durante os dias de avaliação de comportamento dos animais.....	79
Figura 2. Tempo gasto em pastejo, em ruminação e em outras atividades (%) durante os dois dias de avaliação visual em campo natural (CN), campo natural	

melhorado por fertilização (CNA) e campo natural melhorado por fertilização e introdução de espécies hibernais exóticas (CNM) (Figura a), e nas diferentes épocas avaliadas (Figura b).....85

Figura 2. Distribuição da atividade de pastejo durante o dia de acordo com os tratamentos (a) e as épocas avaliadas (b), e a radiação solar média (c) durante os dias de avaliação nas diferentes épocas.....88

## RELAÇÃO DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%CEB: Quantidade de metano emitida proporcional ao consumo de energia bruta

%CFDN: Quantidade de metano emitida proporcional ao consumo de fibra em detergente neutro

C: Carbono

C<sub>3</sub>: Ciclo C<sub>3</sub>

C<sub>32</sub>: Dotriacontano

C<sub>4</sub>: Ciclo C<sub>4</sub>

CEB: Consumo de energia bruta

CFDN: Consumo de fibra em detergente neutro

CG: Cromatografia gasosa

CH<sub>4</sub>: Metano

CMS: Consumo de matéria seca

CN: Campo nativo

CNA: Campo nativo fertilizado

CNM: Campo nativo fertilizado com introdução de espécies hibernais

CO<sub>2</sub>: Gás carbônico

DAP: Fosfato diamônico

EB: Energia bruta

EUA: Estados Unidos da América

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations

FDN: Fibra em detergente neutro

FDNc: Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas

FID: Detector de ionização de chama

GMD: Ganho médio diário

GPS: Sistema de georreferenciamento global

GPV: Ganho de peso vivo

IBGE: Instituto Nacional de Geografia e Estatística

INMET: Instituto Nacional de Meteorologia

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

MFT: Massa de forragem total

MFV: Massa de forragem verde

MMA: Ministério do Meio Ambiente

MO: Matéria orgânica

MS: Matéria seca

N: Nitrogênio

OFR: Oferta de forragem real

OPG: Ovos por grama

P: Fósforo

PB: Proteína bruta

PM: Peso molecular

PV: Peso vivo

RS: Rio Grande do Sul

SF<sub>6</sub>: Hexafluoreto de enxofre

TP: Taxa de liberação

UTM: Sistema Universal Transverso de Mercator

## **CAPÍTULO I**

## 1. INTRODUÇÃO

Com o advento das questões relacionadas com o aquecimento global e emissão de gases de efeito estufa, a agricultura e a pecuária tem se tornado vilãs, uma vez que a elas é atribuída uma considerável parcela destas emissões. Por outro lado, os consumidores estão cada vez mais exigentes com relação a qualidade e a origem dos produtos, priorizando a compra de alimentos que tenham segurança alimentar e que não poluam o meio ambiente (Villalba et al., 2009). Portanto, não se pode mais pensar apenas em produzir, mas há que se produzir e qualificar o ambiente de produção.

Até recentemente, a produção de bovinos em sistemas baseados em pastagens era sinônimo de produção ecologicamente correta, mas após relatório publicado pela FAO (2006), que praticamente responsabilizou a pecuária em pastagens por importante contribuição nas emissões de metano em nível mundial, os sistemas baseados em pastagens passaram a estar sob desconfiança mundial.

Este é o escopo atual para os produtos oriundos de sistemas pastoris e sob esta ótica devemos analisar estes biomas de pastagens naturais, mais precisamente neste caso, o bioma Pampa.

O tipo de vegetação desse bioma é composto predominantemente por gramíneas e outras herbáceas. Segundo Boldrini (2010), a diversidade florística deste bioma é ilustrada pela existência de cerca de 3000 espermatófitas campestres, contendo cerca de 400 espécies de gramíneas e mais de 150 espécies de leguminosas de interesse forrageiro.

Devido ao fato de o potencial da pastagem natural não estar sendo adequadamente explorado, a baixa produtividade do campo vem sendo sua própria e principal ameaça (Carvalho & Batello, 2009). E se a produção animal nesse tipo de ambiente começar a receber pressões de ambientalistas, sem a devida contrapartida científica o cenário para a cadeia da pecuária de corte no bioma Pampa poderá se tornar bastante complexo.

O Brasil possui cerca de 200 milhões de ruminantes, o que o torna alvo recente da vigilância ambiental. Tal efetivo representa, pela sua magnitude, um prejuízo potencial sobre o mercado mundial no caso das estimativas de emissão de metano, quase inexistentes no Brasil, não apresentar balanço negativo em equivalente carbono.

Apesar de existirem trabalhos com relação a desempenho de bovinos de corte em pastagem natural submetida a diferentes níveis de intervenção antrópica (Soares et al, 2005; Pinto et al., 2008; Ferreira et al., 2011; Brambilla et al, 2012), pouco se sabe ainda sobre o valor nutritivo destas pastagens, sobre o comportamento ingestivo e a quantidade de alimento consumido e emissão de metano dos animais criados nesse tipo de pastagem.

Na verdade, até o presente momento, não foi possível encontrar nenhum trabalho referente a real emissão de metano por bovinos de corte em terminação em pastagem natural. Salienta-se o aspecto inovador e a oportunidade que este trabalho representa, ao fornecer os primeiros resultados sobre este tema.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Bovinocultura de Corte

O rebanho bovino brasileiro conta com aproximadamente 209 milhões de cabeças (IBGE, 2010). Os sistemas de produção de carne bovina variam desde produções completamente extensivas, onde nenhuma ou muito pouca interferência antrópica é empregada, resultando em uso de grandes extensões de terra e pouca produtividade, até sistemas intensivos onde são utilizadas as mais novas tecnologias de manejo de pastagens, de melhoramento genético dos animais e técnicas de reprodução.

Com o aumento das pesquisas feitas na área agropecuária e a descoberta de novas técnicas de manejo como, por exemplo, melhoramento genético do rebanho, inseminação artificial, utilização de ofertas de forragem que favoreçam o desempenho animal e a produção vegetal, suplementação a pasto em épocas que o suprimento de forragem é limitado, entre outras, a produtividade dos sistemas pecuários alcançou grandes avanços, permitindo melhores resultados de produção para os pecuaristas; comparados aos resultados obtidos antes da utilização de tais tecnologias. De fato, em um período de 56 anos (1950-2006), a utilização de novas práticas de manejo possibilitou o aumento de 128% em equivalente carcaça de bovinos (Lobato et al., 2014).

A população mundial aumenta a cada ano e a expectativa é que esta alcance o número de 9,5 bilhões de pessoas até o ano de 2050 (FAO, 2015). O aumento no número de pessoas faz com que a demanda por alimentos também aumente. Em um período de 15 anos o aumento no consumo de carne no mundo elevou em 34% (Thornton et al., 2010), e a tendência é que este aumento se mantenha. Desta forma, reduzir a produção de carne bovina no Brasil como uma maneira de diminuir as emissões de gases de efeito estufa não é uma opção, uma vez que o mercado nacional e internacional demanda cada vez mais por este produto.

De acordo com a FAO (2013), 1/3 das emissões de gases de efeito estufa estimadas na América Latina provenientes da bovinocultura de corte é devido a expansão das pastagens, ocupando áreas que eram de florestas. Assim, traçar estratégias viáveis para o aumento da produção, sem utilizar maior quantidade de área para isso, pode reduzir o valor de emissão de gases de efeito estufa provenientes desta cadeia. Para que essa redução seja possível, devem ser feitas medidas como, por exemplo, a redução do desmatamento de florestas e de áreas de proteção ambiental e manejar a pastagem de forma a evitar o esgotamento de nutrientes do solo e a degradação das pastagens existentes.

É de fundamental importância para o país, que é um grande exportador de carne bovina, produzir carne bovina de qualidade, sem que danos ao meio ambiente sejam causados. No Rio Grande do Sul já existem iniciativas para a produção de carne de qualidade com certificação ambiental, como o caso da Alianza del Pastizal ([www.alianzadelpastizal.org](http://www.alianzadelpastizal.org)), uma organização que tem como um dos objetivos principais a produção animal de forma rentável e desenvolvida de forma sustentável, sem consequências prejudiciais à biodiversidade da pastagem natural.

O sistema de produção de bovinos de corte no Brasil pode ser considerado baseado em pastagem, uma vez que apenas 7,5% dos bovinos abatidos no país são terminados em confinamento (Lobato et al., 2014). Um grande desafio para a criação de ruminantes em pastagens é fazer com que o desempenho desses animais seja tão bom quanto o daqueles criados em sistemas intensivos a base de grãos (Fraser et al., 2014).

Vale lembrar que muitas vezes ruminantes são criados em pastagens, em áreas onde a produção de grãos ou outros produtos agrícolas não é possível, tornando desta forma uma área que não produziria produtos úteis para os humanos em um produto de alta qualidade nutritiva (Fraser et al., 2014).

O Rio Grande do Sul está entre os 10 estados maiores produtores do Brasil, e é responsável por abrigar em torno de 7% do rebanho bovino brasileiro (Costa et al., 2005). Já na época da colonização do Brasil, relatos apontam que “o gado bovino introduzido pelos jesuítas viria encontrar as condições favoráveis para sobrevivência e proliferação na boa qualidade do solo e na exuberância das pastagens rio-grandenses, onde os campos convidam à criação intensa de gado” (Andreatta, 2009). O grande diferencial da carne produzida no RS é o predomínio das raças britânicas Angus e Hereford, que conferem características apreciadas pelo consumidor interno, principalmente a maciez, e é uma “commodity” de maior valor agregado para a exportação.

## 2.2 Bioma Pampa

Allen et al. (2011) definem Campos como “pastagens que consistem principalmente de gramíneas, juntamente com herbáceas, pequenos arbustos e árvores ocasionais, em uma paisagem ondulada e montanhosa, com variável fertilidade de solo. Difere do Cerrado por ter inverno mais longo e severo e relativa abundância de leguminosas nativas”. Este autor apresenta como exemplo deste tipo de vegetação, áreas presentes no Sul do Brasil, Uruguai e Norte da Argentina. No Brasil estas áreas são conhecidas também como campo nativo, campos sulinos e/ou pastagem natural/nativa, e pela caracterização dos biomas brasileiros, são as áreas que compõem o bioma Pampa.

Os campos sulinos têm o equivalente a 70 milhões de hectares e correspondem a maior unidade biogeográfica com campos naturais da América Latina e uma das maiores do mundo (Jochins, 2012) e corresponde aproximadamente 62,2% da área total do Rio Grande do Sul (Boldrini et al, 2010).

O campo nativo se caracteriza pela diversidade de espécies, sendo estas predominantemente de ciclo estival, e é de extrema importância para a pecuária do Rio Grande do Sul (Ferreira et al., 2011). A fisionomia predominante desses campos é herbácea, em relevo de planície com várias espécies de *Poaceae*, *Asteraceae*, *Cyperaceae*, *Fabaceae*, *Rubiaceae*, *Apiaceae* e *Verbenaceae* (Brasil, 2000). Essa diversidade de espécies implica no fato de que espécies mais palatáveis coexistem com aquelas de menor palatabilidade, o que pode interferir na escolha de apreensão dos animais, e conseqüentemente na sucessão vegetal do ecossistema.

A região do Rio Grande do Sul onde se localiza o bioma Pampa é caracterizada por verões quentes e invernos frios, devido a zona de transição onde este se localizada, do clima tropical para o clima temperado. Essa

característica climática peculiar, faz com que o campo seja composto por uma associação de espécies estivais predominantemente de metabolismo C4, e apresenta também espécies de crescimento hibernar com rota metabólica C3. Justamente por apresentar esta característica, o campo nativo tem grande influência do clima, tipo de solo, altitude, etc..., e, por isso, o conjunto de espécies que formam a vegetação pode variar de acordo com o local, formando sub-nichos de vegetação dentro do bioma Pampa.

Um fator que é influenciado pela diversidade de espécies que compõem a pastagem natural é o valor nutritivo. A qualidade nutricional da pastagem natural pode alterar tanto em função das alterações morfológicas que as plantas sofrem no decorrer do seu desenvolvimento fenológico como também da substituição sazonal de espécies que compõe o campo (Elejalde et al., 2012).

O pastejo imposto pelos animais é responsável por causar perturbações na vegetação, perturbações estas que criam a heterogeneidade espacial destas áreas e permitem também a diversidade de espécies de plantas na comunidade vegetal, uma vez que os processos de sucessão são renovados, prevenindo a homogeneização da comunidade por poucas espécies superiores competitivamente (Pillar et al., 2012).

A importância econômica do bioma Pampa é notória, tendo como uma de suas principais funções fornecer alimento para herbívoros que ali residem. Segundo Nabinger et al. (2000), 91% da produção pecuária do Rio Grande do Sul é baseada na pastagem nativa. Dos 10 maiores exportadores de carne bovina do mundo, cinco estão localizados na América Latina (Rearte & Pordomingo, 2014), sendo que três deles; Brasil, Uruguai e Argentina, criam parte dos animais em pastagens caracterizadas como *Campos*.



**Figura 1.** Localização geográfica dos Campos Sulinos na área cinza do mapa (Baldi et al., 2006).

O bioma Pampa, apesar de sua grande riqueza de espécies, e assim, os benefícios que tal biodiversidade pode trazer para o meio ambiente, vem sofrendo nos últimos anos grandes perdas em área. No período de 1970 até

2006 foi constatado uma diminuição de aproximadamente 1/3 da área total que era ocupada por pastagem natural no Sul do Brasil (IBGE, 2006). Grande parte desta diminuição em área se dá por, assim como em outras regiões do Brasil, substituição pelo plantio de culturas agrícolas que apresentam, supostamente, maior retorno econômico. No entanto, a baixa produtividade encontrada na pastagem natural, em alguns casos se dá principalmente pela falta de manejo correto da pastagem e dos animais, o que resulta em baixos índices de produtividade de um recurso que possui capacidade de produção muito maior se bem manejado (Overbeck et al., 2007). A importância de se conhecer melhor a pastagem natural permite não apenas auxiliar o produtor na melhoria de seus índices produtivos, mas no atual contexto, pode ajudar também a preservar esse ecossistema que abriga uma variedade de flora e fauna, mantendo o seu equilíbrio.

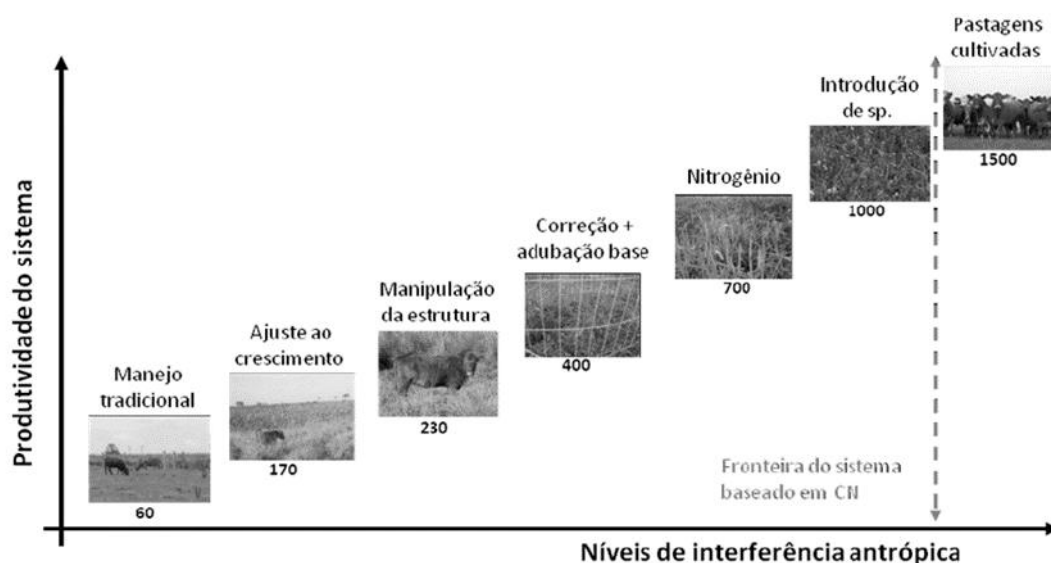
O decréscimo em área associado com a manutenção do efetivo do rebanho, resulta num incremento em lotação, fomentado tanto pela legislação quanto pela percepção do produtor de que o seu efetivo representa liquidez e valor de estoque (Carvalho & Batello, 2009). Com isso o campo natural é conduzido com cargas acima de sua capacidade acarretando a degradação do pasto.

O conhecimento da quantidade e da composição da forragem disponível permite a utilização de recursos forrageiros de forma a manter a oferta de forragem para cada categoria animal de maneira que favoreça tanto o componente animal quanto a pastagem, permitindo bons índices de produtividade para estes dois componentes. Uma vez que a pastagem nativa apresenta estacionalidade de produção forrageira, com menor produção de matéria seca nos meses mais frios do ano, manter a lotação fixa ao longo do ano pode comprometer este ecossistema, com perdas no desempenho animal (Carvalho et al., 1998).

De acordo com Maraschin (2009) níveis de oferta entre 11,5 a 13,5% do peso vivo por dia permitem maximizar a produção animal tanto por indivíduo como por área, possibilitando também melhor desempenho da produção de forragem. Uma vez que nesta faixa de oferta de forragem mantem-se resíduos de forragem que permitem a planta continuar os processos fotossintéticos para rebrote das partes pastejadas, e assim a continuidade da planta dentro da comunidade vegetal é mantida. Castilhos et al. (2007) afirmam que com maiores ofertas de forragem (12 e 16% PV) é possível conciliar produção animal com a preservação de espécies nativas, principalmente espécies C3 e C4 de interesse forrageiro. Em seu estudo, Bertol et al. (1998) concluem que tanto o ganho médio diário como as taxas de infiltração de água, a captura de carbono no sistema e a manutenção de elevados níveis de nutrientes no solo são maximizados pela mesma oferta de forragem empregada. Ofertas de pastejo de 12 e 16% permitem que o animal escolha a forragem a ser apreendida, permitindo o pastejo seletivo de material que apresenta melhor qualidade nutritiva e assim maiores ganhos de peso vivo por animal são esperados nestas condições, sem contar os ganhos para o componente vegetal e para estrutura do solo pelo aporte de matéria orgânica (Carvalho et al. 2011). Considerando-se os estoques de carbono total, Salton et al. (2008) descreveram que os estoques de carbono foram inversamente relacionados com a intensidade de pastejo ou lotação animal

usada. Quando não apenas a quantidade de carbono foi considerada, mas também a sua labilidade, Conte et al. (2011) afirmaram que o índice de manejo de carbono; um dos parâmetros de qualidade mais importantes do solo; demonstra que maiores ofertas de forragem (12 e 16 %) proporcionaram melhor qualidade ao sistema em pastagem natural, especialmente em relação à menor oferta (4 %), com baixa sustentabilidade.

Na Figura 2 são apresentados uma simulação da produtividade de sistemas pastoris baseados em pastagem nativa realizada por Carvalho et al. (2011), com diferentes níveis de intervenção antrópica.



**Figura 2.** Produtividade de sistemas pastoris com pastagens nativas segundo níveis de interferência antrópica. Os níveis são ilustrados com recria de novilhos, e os números referem-se ao desempenho animal por unidade de área que podem ser potencialmente obtidos (Carvalho et al., 2011).

A estrutura de um pasto heterogêneo é moldada por uma série de fatores primários e secundários como, por exemplo, potencial edáfico do ambiente pastoril, clima, tipo de vegetação, inter-relações que ocorrem entre as diferentes espécies de plantas presentes e como estas se comportam em situações de pastejo ou não pastejo (Carvalho et al, 2007). Segundo estes mesmos autores, a estrutura do pasto e o pastejo imposto pelos animais tem uma forte relação, uma vez que a desfolha seletiva do animal em determinadas áreas da pastagem gera, com o passar do tempo, diferenças na estrutura, e essas mudanças, conseqüentemente, afetam a seletividade animal. Desta forma, a estrutura do pasto é um fator determinante na dinâmica de crescimento e competição nas comunidades vegetais e também no comportamento ingestivo dos animais em pastejo (Aguinaga, 2004).

Uma maneira de aumentar a produção das pastagens é a inclusão de insumos, tais como fertilizantes, principalmente aqueles a base de nitrogênio e fósforo, e no caso de sistemas que utilizam a pastagem natural como base, a fertilização juntamente à sementeira com espécies hibernais exóticas também é bastante utilizada. A fertilização faz com que as plantas consigam produzir mais rapidamente e em maior quantidade novas folhas, pois torna o solo

um ambiente nutricionalmente favorável, e assim a restrição de nutrientes passa a não ser mais um fator limitante ao crescimento das plantas (Nabinger et al., 2009). Com isso, maior produção de massa de forragem é esperada em pastagens fertilizadas. Entretanto, devido ao ciclo natural do nitrogênio no solo, maior concentração deste nutriente, pode fazer com que haja maior denitrificação e assim, aumentar a emissão de óxido nitroso pelo solo; gás esse que é um dos gases que causam o efeito estufa no planeta Terra.

Segundo Diagnóstico realizado pela UFRGS em 540 propriedades do Rio Grande do Sul, aproximadamente 27% dos criadores de gado de corte melhoram 1/3 das áreas de pastagem nativa através do uso de adubação e da introdução de espécies exóticas na pastagem natural por sobressemeadura; sendo que o azevém é a espécie mais utilizada, aumentando desta forma a produtividade animal e vegetal por área (Massuquetti & Ribas, 2008). Fraser et al. (2014) ressaltaram que a utilização de fertilizantes nitrogenados aumenta as emissões líquidas de óxido nitroso, no entanto, mais pesquisas sobre o impacto que a fertilização causa na captura e perda de carbono e nitrogênio são necessárias para avaliar a eficiência do sistema como um todo.

Brambilla et al. (2012) em um estudo avaliando o efeito de sobressemeadura com azevém e diferentes níveis de adubação nitrogenada em pastagem nativa observou ganho médio diário de bovinos de corte entre 0,5 e 0,65 e 0,32 e 0,45 kg durante os meses de julho a outubro de 2007 e agosto a novembro de 2008, respectivamente, dependendo do nível de adubação nitrogenada mais sobressemeadura. Ferreira et al. (2011) observaram ganhos médios de peso vivo de até 0,869 kg em bovinos mantidos em pastagem natural fertilizada. As diferenças nos ganhos observados em localidades distintas se dão em grande parte por diferenças de clima e solo que, conseqüentemente, influenciam nas espécies presentes na pastagem, e assim no desempenho dos animais. A utilização de práticas como a fertilização nitrogenada e introdução de espécies hibernais como o azevém (*Lolium multiflorum*) propiciam maior disponibilidade de forragem para os animais, com conseqüente maior taxa de lotação e/ou maior ganho de peso.

### **2.3 Metano**

Pouco ainda se sabe sobre a quantidade de metano emitida pelos animais nos sistemas de produção utilizados na América do Sul, principalmente animais criados no bioma Pampa. De fato, pouco ainda são os dados sobre a emissão de metano de bovinos de corte em pastejo (Fraser et al., 2014; Richmond et al., 2015). Dados publicados pelo Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC (2006) apresentam como valor de referência para emissão de metano de bovinos de corte na América do Sul 56 kg por animal por ano.

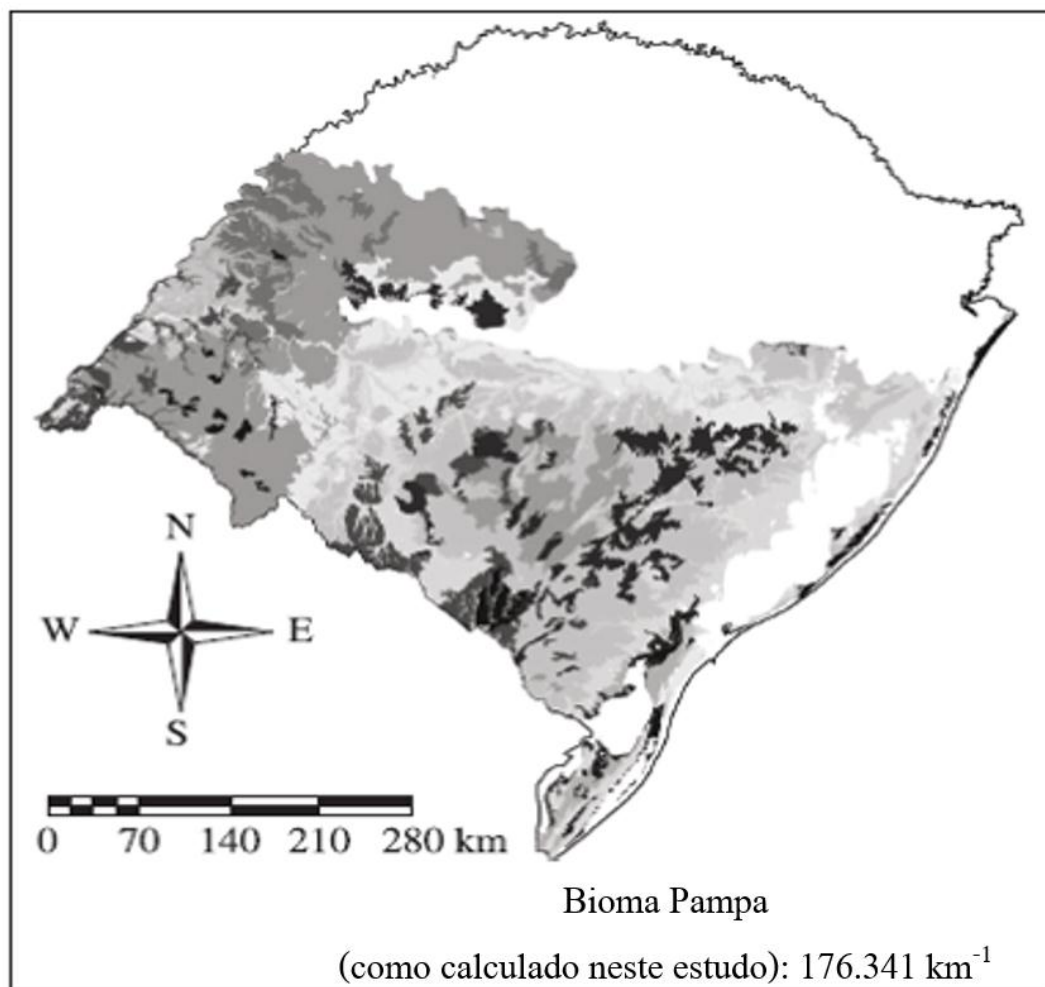
Apesar de hoje já ser possível a realização de inventários para a emissão de metano através de equações fornecidas pelo *Tier 1* e *Tier 2* do IPCC (2006), essas devem ser utilizadas com cautela, uma vez que essas equações são provenientes de conjuntos de dados de experimentos oriundos do Reino Unido e Estados Unidos, e estes sistemas de criação muitas vezes diferem dos que ocorrem em países em desenvolvimento (Xue et al., 2014).

O estudo das emissões de metano pelos animais já vem sendo feito há décadas. Embora inicialmente os estudos fossem feitos com o objetivo de avaliar a eficiência energética dos animais, nos últimos anos os estudos vêm sendo relacionados com a crescente preocupação do aquecimento global e emissão de gases do efeito estufa. Grande parcela desses estudos de eficiência energética eram realizados em câmaras respirométricas, onde o ambiente e a alimentação dos animais são totalmente controlados. Enquanto que quando os animais são mantidos a pasto, diversos fatores podem afetar a ingestão de alimento e a eficiência energética. Assim, deve ser feita com cautela a extrapolação de dados obtidos em estudos com condições controladas para situações de animais em pastejo, onde condições do ambiente, comportamento ingestivo dos animais e, no caso da pastagem nativa, a variedade de espécies disponíveis é grande (Richmond et al., 2015), uma vez que as respostas podem ser bastante diferentes nestes dois tipos de ambiente.

Pacheco et al. (2014) em uma revisão reforça o fato de que muitas publicações têm tratado do assunto de mitigação de metano, com os mais diferentes métodos e tecnologias, no entanto, muitas delas não são práticas para serem utilizadas no manejo diário, principalmente quando os animais são criados exclusivamente em pastejo (Fraser et al., 2014). Pacheco et al. (2014) ainda em sua revisão sobre o tema chamam a atenção para o fato de que apesar do crescente número de publicações sobre o tema metano na literatura, ainda são escassos dados com relação a composição química, consumo, digestibilidade da dieta e emissão de metano de animais alimentados com forragem frescas exclusivamente.

Uma vez que pastagens representam aproximadamente 70% das terras agricultáveis do mundo (FAOSTAT, 2014), o potencial de mitigação que o bom manejo da pastagem pode proporcionar é muito maior que as emissões entéricas e dos dejetos dos animais para gases de efeito estufa (Li et al., 2014). Desta maneira deveria ser levada em consideração para efeito de mitigação desses gases, uma vez que é um método que pode ser facilmente empregado na propriedade rural e pode ser utilizado em todos os países.

As áreas de pastagem além de apresentarem importância devido ao fornecimento de alimento para herbívoros, apresentam também alto valor em biodiversidade, na capacidade de estoque de carbono do solo, prevenção da erosão e proteção dos recursos de água (Gützlöe et al., 2014). Aproximadamente 60% das terras para pastejo disponíveis para sequestro de C estão em países em desenvolvimento, e melhorias no manejo das pastagens representam uma das melhores ferramentas para sequestrar C no solo (Li et al., 2014). Pillar et al. (2012) afirmaram que melhorias no manejo da pastagem visando apenas a utilização de carga animal adequada já são capazes de aumentar o estoque de carbono do solo nas pastagens. Na Figura 3, adaptada de Pillar et al. (2012), é possível observar uma estimativa dos estoques de C no solo, na profundidade de até 30 cm, feita a partir de inventário estadual do estoque de C no solo. Os autores salientam para a falta de estudos sobre os estoques de C no solo de áreas de pastagem natural, e que mais pesquisas sobre o tema faria com que a acurácia destas estimativas seja maior.



Estoque de C no Solo (0 – 30 cm) kg.m <sup>-2</sup>	
□ 0,000000	□ 0,000001 - 3,802000
□ 3,802001 - 4,318000	□ 4,318001 - 5,095000
□ 5,095001 - 5,347000	□ 5,347001 - 6,488000
■ 6,488001 - 7,717000	■ 7,717001 - 9,307000
■ 9,307001 - 16,245000	

**Figura 3.** Estoques de carbono orgânico original no solo nas pastagens do bioma Pampa no Sul do Brasil. (Pillar et al., 2012)

Mazzetto (2014) em um estudo avaliando as emissões de gases de efeito estufa pelo solo em uma área de pastagem tropical com diferentes quantidades de fertilizante aplicado concluiu que apesar do aumento das emissões de óxido nitroso pelo solo com o aumento das doses de fertilizante usadas, se for considerada a emissão por quilo de matéria seca produzida, a quantidade de óxido nitroso emitida é menor. Com o aumento da produtividade, as emissões de metano irão aumentar em quantidade, mas se for considerado a quantidade de metano ou de equivalente carbono emitida por quilo de peso de carcaça essa quantidade será possivelmente reduzida (Rearte & Pordomingo, 2014).



Richmond et al. (2015) encontraram valores de emissão de metano em bovinos de 176 e 202 g/dia em terras baixas e altas, respectivamente, de uma pastagem semi-natural no Reino Unido. Chaokaur et al. (2015) observaram níveis de emissão de metano de bovinos da raça Brahman com peso médio de aproximadamente 340 kg e alimentados com dieta mista de feno de capim Pangola e alimentos concentrados entre 55,7 e 35,2 L/kg matéria orgânica ingerida. A diferença na quantidade de metano emitida variou de acordo com o nível de consumo de energia e nutrientes da dieta, onde dietas onde a ingestão não foi controlada, os animais emitiram menos metano, enquanto que o consumo apenas em nível de manutenção produziu os maiores valores de emissão. Sauvant et al. (2014) em uma meta-análise observou que o principal fator de variação na emissão de metano de animais ingerindo exclusivamente forragem foi o consumo de matéria orgânica digestível.

Ruviaró et al. (2014) em uma avaliação do ciclo de vida de bovinos de corte em diferentes cenários típicos de criação utilizados no Rio Grande do Sul, encontraram valores de 5,52 e 6,63 kg CO<sub>2</sub> equivalente por quilo de ganho de peso para bovinos com idade de 12 a 18 meses em pastagem natural e pastagem natural melhorada com azevém, respectivamente. Apesar dos animais criados em pastagem melhorada apresentarem maior valor de emissão, animais mantidos nesta pastagem alcançam peso de abate mais cedo, e assim a emissão total pelo tempo de vida é menor. É importante lembrar que estes dados foram obtidos através de estimativas provindas das equações dos *Tiers* 1 e 2 do IPCC (2007).

Cezimbra (2015) avaliando a emissão de metano em novilhas mantidas em pastagem nativa com diferentes níveis de oferta de forragem observou diferença na quantidade de metano produzida por quilo de ganho de peso vivo, sendo os valores encontrados de 0,8 a 2,2 kg de CH<sub>4</sub>/ kg ganho de peso vivo nas ofertas de 16% e 4%, respectivamente, ou seja, ofertas de pastejo maiores produzem até 64% menos metano para produzir um quilo de peso vivo que ofertas muito restritas. Evidenciando o fato de que a utilização de boas práticas de manejo da pastagem pode mitigar a emissão de gases do efeito estufa do sistema de criação.

#### **2.4 Comportamento ingestivo espaço-temporal**

O comportamento para a seleção de alimento é em parte determinado pelas exigências fisiológicas do animal em pastejo. A demanda energética ou de nutrientes resultará em uma resposta comportamental estratégica (Marion et al., 2005). Interações das regras de escolha de ruminantes e das características das plantas desencadeiam ajustes comportamentais consistentes e dinâmicos (Agreil & Meuret, 2004; Schlecht et al., 2006).

Uma questão importante, principalmente em ambientes de grande heterogeneidade, é que os animais precisam reconhecer, selecionar e utilizar um item particular dentre os inúmeros disponíveis no ambiente, o que é consequência de experiências prévias relacionadas principalmente com o valor nutritivo da espécie (Oliveira et al., 2013).

Em um estudo avaliando a seleção da dieta de novilhas, Dumont et al. (2002) observaram que tanto a abundância como a distribuição do azevém; que neste caso era considerada a espécie preferida; influenciaram na seleção

da dieta, uma vez que os animais pastejaram mais azevém quando a abundância dele aumentou de 1,5 para 6% e também quando o azevém estava agregado em poucos *Patches* maiores (8 x 9 m) do que dispersos na pastagem em *Patches* menores (3 x 3 m). Segundo o mesmo autor, esses resultados corroboram que a predição dos custos de forrageamento associados com a distribuição de *Patches* estão envolvidos na seleção da dieta em campos não homogêneos. Além disso, isso pode ocorrer devido a interações sociais dentro do rebanho, uma vez que em *Patches* menores apenas os animais dominantes do rebanho teriam acesso as espécies preferidas, enquanto que maiores *Patches* permitiriam acesso a um grupo mais amplo de animais.

Apesar de já se saber que herbívoros possuem preferências de *Patches* onde existem diferentes tipos de vegetação, ainda pouco se sabe a respeito de como o arranjo dos *Patches* preferidos pode influenciar o comportamento dos animais na área, principalmente em ambientes espacialmente complexos (Dummont et al., 2002). Quando o ambiente pastoril tem sua distribuição em *Patches*, os ruminantes geralmente concentram o pastejo em dosséis menores, com maior quantidade de folhas, e conseqüentemente maior concentração de nutrientes (WallisDeVries et al., 1999).

O pastejo na estação alimentar parece ser regido, principalmente, pelas características da vegetação (WallisDeVries et al., 1999). O pastejo seletivo dos animais influencia a magnitude da sucessão ecológica, uma vez que a habilidade competitiva das plantas é alterada pela frequência e severidade da desfolha (WallisDeVries, 1996; Castilhos et al., 2007; Laca, 2009).

Em ambientes onde há grande diversidade de plantas; forragem, arbustos, árvores etc..., bovinos geralmente gastam mais tempo consumindo forragens do que outro tipo de vegetação, provavelmente devido a este material ser menos lignificado, ter melhor qualidade nutritiva e menor teor de fatores antinutricionais (Müller et al., 2012).

Schlecht et al. (2006) em uma pastagem heterogênea da Nigéria observou que bovinos ao longo do ano gastaram aproximadamente 60% do tempo em atividade de pastejo, 20 a 26% caminhando e 12 a 20% descansando quando foi considerado um dia completo de atividade animal, ou seja, do momento que os animais saíam da área de repouso da noite até retornarem para o descanso noturno. Estes autores observaram também que o caminho que os animais faziam localizava-se junto aos locais onde maiores quantidades de massa de forragem eram encontradas, presumindo-se assim que os animais têm a capacidade de avaliar o ambiente em que estão inseridos, e desta maneira, optar por áreas alimentares que tragam maiores possibilidades de escolha/benefícios.

A estrutura da planta pode afetar a acessibilidade do animal e o tamanho das diferentes partes da planta, o pastejo, influenciando portanto, dois componentes da taxa de consumo: massa e taxa de bocado (Realini et al., 1999; Bremm et al., 2012). Uma vez que o nitrogênio é um dos nutrientes que possui maior influência com o desenvolvimento celular, e portanto a capacidade de rebrote das plantas, a utilização de adubação nitrogenada no manejo da pastagem pode modificar a relação folha:colmo nas plantas (Martuscello et al.

(2005), aumentando assim a quantidade de folhas na pastagem (Silva et al., 2009), o que poderia afetar o comportamento ingestivo dos animais.

Bremm et al. (2012) em um estudo avaliando o comportamento ingestivo de bovinos mantidos em pastagem natural com diferentes níveis de touceiras observaram que o aumento de 1% na cobertura de touceiras reduziu o tempo de pastejo dos animais nas áreas inter touceiras em 0,60%. Sendo a diminuição do consumo na área intra touceiras substituído pelo consumo de touceiras. A massa de bocado dos animais diminuiu quando a cobertura de touceiras atingiu 44% ou mais de cobertura da área, mostrando que em bovinos a estrutura da pastagem pode interferir no comportamento ingestivo, com touceiras atuando como barreiras que interferem no processo de formação do bocado. Os animais aumentaram a taxa de bocado com aumento das touceiras.

Em estudos de comportamento espaço-temporal de bovinos existem alguns fatores que devem ser levados em consideração como, por exemplo, o efeito de dimensionamento. Particularmente em pastagens naturais, onde há diversidade de espécies, quanto maior o tamanho da pastagem, maior é a heterogeneidade de recursos disponíveis, e uma vez que bovinos são capazes de acompanhar de perto a distribuição espacial dos alimentos desejáveis, isso faz com que a seletividade espacial aumente, mesmo que se mantenha a carga animal e a disponibilidade de forragem constantes (Laca, 2009). Larson-Praplan et al. (2015) observaram alta plasticidade e variação significativa nas escalas de segmentos devido a integração dos padrões diários de refeição, distribuição espacial e abundância de sombra, e ainda mudanças sazonais na temperatura, disponibilidade e qualidade da forragem, afirmando assim a importância destes resultados, uma vez que o padrão espaço-temporal do pastejo e o movimento do rebanho determinam não apenas o bem-estar e a nutrição dos animais, mas também afeta o impacto do pastejo de ruminantes sobre as emissões de metano.

Pouco se conhece ainda sobre as interações planta-animal que ocorrem em pastagens naturais, e como o comportamento de cada um desses componentes afeta o outro. Assim, o interesse de pesquisadores da área deveria ser voltado para a resposta animal em ambientes de vegetação complexa (Agreil & Meuret, 2004). Conseguir quantificar a seleção da dieta, o consumo de forragem e as modificações que ocorrem na pastagem pelo animal em pastejo ajudará a definir os limites para um sistema de pastejo sustentável (Marion et al., 2005).

### **3. HIPÓTESES**

A intensificação da pastagem natural com o uso de insumos como, fertilizante nitrogenado e sobressemeadura de espécies exóticas hibernais afetam a emissão de metano por bovinos, o consumo de matéria seca e o desempenho dos animais. Uma vez que maior ganho de peso é esperado quando são incluídos estes insumos na pastagem, menor emissão de metano por quilo de ganho de peso ocorreria.

As características estruturais do pasto são também alteradas pela inclusão destes insumos, conseqüentemente afetando o comportamento espaço-temporal dos animais.

#### **4. OBJETIVOS**

Quantificar a produção de metano entérico de animais em diferentes níveis de intensificação de pastagem natural em diferentes estações do ano.

Quantificar o consumo de animais a pasto em diferentes níveis de intensificação da pastagem nativa em diferentes estações do ano.

Conhecer o padrão de deslocamento de animais mantidos em diferentes níveis de intensificação de pastagem natural.

**Capítulo II**  
**Emissão de metano por bovinos de corte mantidos em  
pastagem natural do Sul do Brasil <sup>3</sup>**

---

<sup>3</sup>Artigo elaborado conforme as normas da revista Agriculture, Ecosystems and Environment (Apêndice 1)

## **Emissão de metano por bovinos de corte mantidos em pastagem natural do Sul do Brasil**

**Resumo:** O estudo foi realizado no ano de 2013 em área pertencente a Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS, com o objetivo de avaliar a emissão de metano, consumo a pasto e o desempenho de novilhos de corte em pastagem natural (CN), pastagem natural fertilizada com nitrogênio (CNA) e pastagem natural fertilizada com nitrogênio e sobressemeada com espécies hibernais exóticas *Lolium multiflorum* e *Trifolium pratense* (CNM). O delineamento foi o inteiramente casualizado com três repetições. Foram utilizados bovinos da raça Hereford em pastoreio contínuo com lotação variável para atingir oferta diária de 12 kg MS 100 kg PV<sup>-1</sup> (12% PV). As avaliações foram feitas no verão, outono, inverno e primavera de 2013. As emissões de metano foram estimadas pela técnica do gás marcador hexafluoreto de enxofre. Para avaliação do consumo foi utilizada a técnica dos n-alcanos. Os animais apresentaram bom desempenho ao longo do ano, com ganhos médios anuais de 0,272, 0,467 e 0,514 kg para os tratamentos CN, CNA e CNM, respectivamente, e os maiores ganhos foram observados na primavera. As maiores emissões de metano foram durante a primavera, e não houve diferença para emissão entre os tratamentos. O CN apresentou maior quantidade de metano emitida por kg de ganho de peso (577,94; 337,69 e 387,18 g CH<sub>4</sub> kg GPV<sup>-1</sup> para o CN, CNA e CNM, respectivamente). A utilização de insumos na pastagem natural é uma boa ferramenta para intensificar a produção, sem que maior emissão de metano ocorra.

**Palavras-chave:** bioma Pampa, consumo a pasto, gás de efeito estufa, hexafluoreto de enxofre, n-alcano, valor nutritivo da dieta

## 1. INTRODUÇÃO

Áreas de pastagem ocupam o total de 28,3 milhões de km<sup>2</sup>, o que compreende 67% do total das áreas agricultáveis no mundo (Ramankutt et al., 2008). Estudos têm demonstrado a capacidade que as pastagens têm de funcionar como dreno de carbono, ou seja, armazenarem carbono no solo, contribuindo para o balanço negativo de carbono no sistema (Allard et al, 2007; Salton et al; 2014).

Dentre os diversos ecossistemas brasileiros, se encontra o bioma Pampa, ocupando área de 2,07% do território nacional (Carvalho & Batello, 2009) sendo a principal base da produção de bovinos de corte no Rio Grande do Sul (Nabinger et al., 2000). Por ser ecossistema que abriga grande variedade de fauna e flora (Overbeck et al., 2007), com aproximadamente 450 espécies de interesse forrageiro (Boldrini, 1997), a sua manutenção é fundamental para manter a sustentabilidade deste sistema. Assim, conseguir manejar pastagens desta pastagem natural de forma a favorecer a produção animal, a manutenção do ecossistema e a baixa emissão de gases de efeito estufa é o desafio que deve ser alcançado.

A pastagem natural apresenta produção de forragem satisfatória, tanto em quantidade quanto em qualidade, na época quente do ano. No entanto, durante os períodos mais frios do ano, a produção de forragem diminui consideravelmente ocasionando, perda de peso dos animais, uma vez que a quantidade de nutrientes decai. Deste modo, uma boa alternativa para evitar perda de peso de bovinos em terminação nesta época é a utilização de fertilização e de sobressemeadura das pastagens com espécies hibernais como, por exemplo, o azevém. De fato, Ferreira et al. (2011) observaram maiores



ganhos de peso por animal e por área quando a pastagem natural recebe fertilizante nitrogenado e sobressemeadura de espécies hibernais quando comparado apenas à pastagem natural.

No Brasil, 90% da produção de bovinos de corte é baseada em pastagens (Hoffmann et al., 2014). No entanto, devido a grande extensão territorial e a diferenças climáticas e de vegetação, o tipo de pastagem e o sistema de produção utilizada mudam (Lobato et al., 2014), e conseqüentemente, a quantidade de metano emitida por quilo de alimento ingerido e/ou quilo de carne produzido pode variar entre esses sistemas (Bhatta et al., 2007). Desta forma, avaliações da quantidade de metano emitida, se tornam necessárias para conhecer o real impacto da pecuária brasileira nas emissões globais de metano.

Apesar da crescente preocupação com o aumento das emissões de gases de efeito estufa, ainda são poucos os dados brasileiros sobre o assunto. Muitos dos inventários publicados sobre as emissões brasileiras e mundiais são baseados em modelos matemáticos (Harper et al., 1999; Kebreab et al., 2008; Ellis et al., 2009), os quais utilizam dados obtidos sob condições diferentes dos sistemas de criação utilizados no Brasil, o que pode trazer imprecisão sobre a predição da quantidade de metano emitida pelos animais (Yan et al., 2009), subestimando ou superestimando o impacto nas emissões de gases de efeito estufa no Brasil.

Savian et al. (2014) observaram que ovinos em pastagem de azevém emitiram em média 220 e 190 g de metano por dia para cada quilo de ganho de peso em cordeiros e ovelhas em lactação, respectivamente, e que o método de

pastoreio é mais importante que a intensidade de pastejo na determinação da produção de metano em ovinos, sendo que o pastoreio contínuo é mais eficiente para a redução da emissão de metano por unidade de produção animal que o método rotativo.

Apenas a quantificação da emissão total de metano pelos animais pode não ser medida completa sobre o real impacto que os mesmos podem causar ao ambiente (Reisinger et al., 2012). Já o conhecimento da quantidade emitida por quilo de produto produzido e/ou por quantidade de alimento ingerido permite inferir sobre a eficiência do animal e do sistema (Lassey et al. 2011; Hammond et al., 2013), possibilitando a comparação com outras produções.

Desta forma, objetivou-se com este estudo avaliar a emissão de metano de bovinos de corte em terminação em pastagens naturais com diferentes níveis de intensificação, tais como a fertilização nitrogenada e a sobressemeadura com azevém anual (*Lolium multiflorum*) e trevo vermelho (*Trifolium pratense*). A hipótese era de que a inclusão de insumos altera a estrutura do pasto, o que por sua vez afeta o consumo de matéria seca, a emissão de metano e o desempenho dos animais.

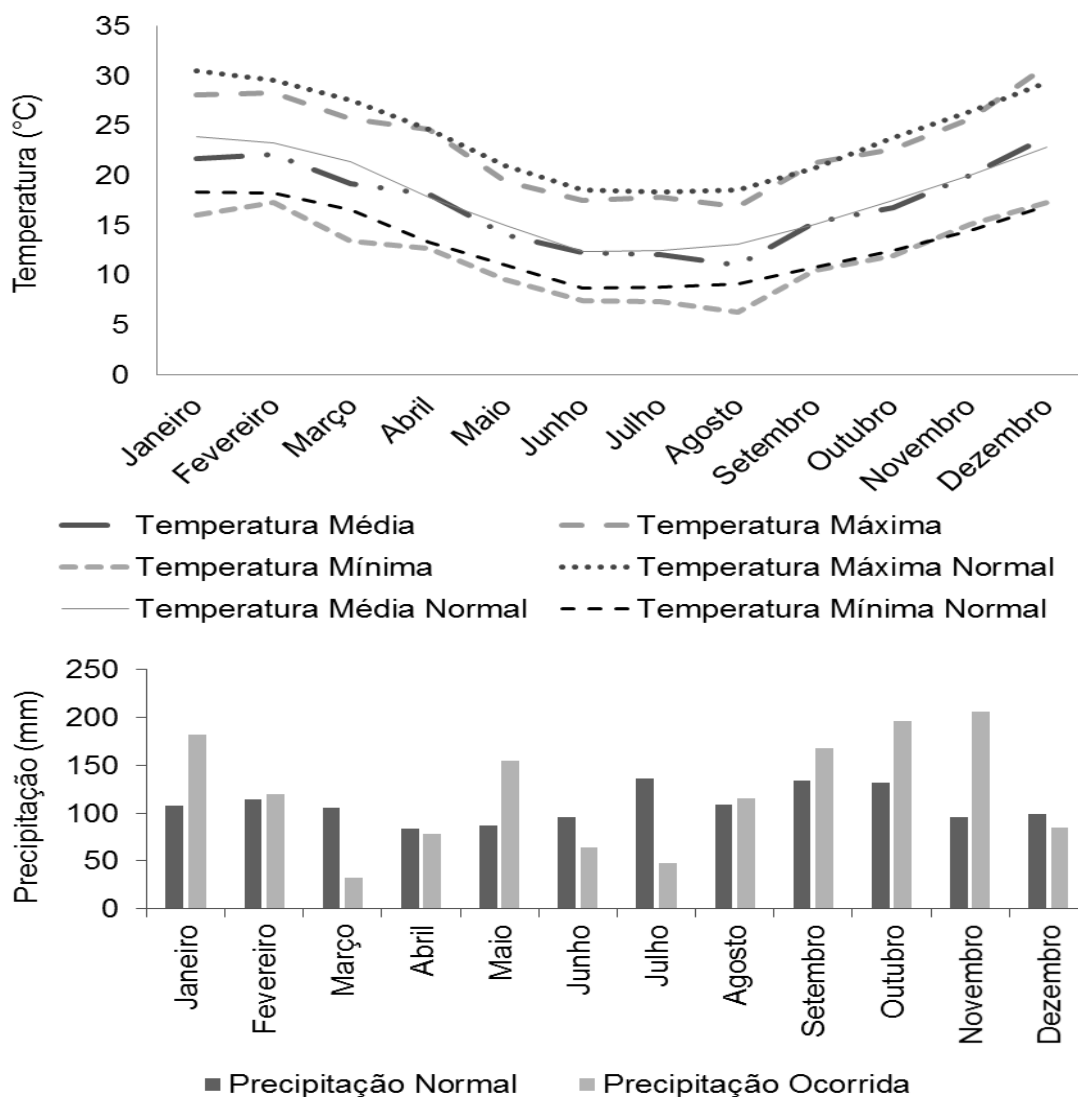
## **2.MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Localização e condições climáticas do experimento**

O estudo foi realizado em área pertencente a Embrapa Pecuária Sul, localizada no município de Bagé, Rio Grande do Sul, na região fisiográfica da

Campanha. As coordenadas são: 31°19'51" S de latitude, 54°06'25" W de longitude e 212 metros de altitude.

Dados meteorológicos de temperatura e pluviosidade mensais médios durante o ano de 2013 e os valores normais encontram-se na Figura 1. Os dados foram obtidos através de estação meteorológica automática pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada próxima da área de estudo.



**Figura 1.** Temperaturas máximas, médias e mínimas e precipitação observadas durante o ano do estudo (2013) e as normais meteorológicas da região.

O solo da área escolhida para abrigar os tratamentos é da classe LUVISSOLO Háplico Pálico abruptico (EMBRAPA, 1999).

## **2.2. Tratamentos, animais e desenho experimental**

A área total utilizada era de 61 ha, subdividida em 9 piquetes de aproximadamente 7 ha cada. Nos piquetes são testados diferentes graus de intensificação no uso de campo natural que são: campo natural (CN), campo natural melhorado por fertilização (CNA) e campo natural melhorado por fertilização e introdução de espécies hibernais exóticas (CNM). As espécies utilizadas foram azevém anual (*Lolium multiflorum Lam.*) e trevo vermelho (*Trifolium pratense L.*).

De 1999 a 2004, a área era usada para testar épocas de diferimento na produção animal por área e na composição florística do campo natural.

Os tratamentos foram implantados na área em 2005. Desde então, anualmente, foram aplicados 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N) na forma de ureia no outono e 50 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de ureia na primavera em todos os piquetes dos tratamentos CNA e CNM. A cada dois anos, no outono, se aplica 54 kg N e 138 kg P na forma de fosfato diamônio (DAP) ao invés de ureia. No ano de 2013, a aplicação de DAP foi feita dia 12 de junho e a de ureia no dia 10 de dezembro.

A semeadura do trevo vermelho (8 kg ha<sup>-1</sup>) e do azevém (25 kg ha<sup>-1</sup>) no tratamento CNM foi realizado no mês de abril de 2005, e a ressemeadura das mesmas foi realizada quando a frequência destas espécies se encontrava baixa nos piquetes, ou seja, quando a contribuição destas espécies era inferior a 15%

da área. As sementes de trevo vermelho foram inoculadas com *Rhizobium* específico e peletizadas com calcário dolomítico extrafino.

De 2005 a 2009, o campo foi utilizado para recria de fêmeas de corte da raça Brangus, do desmame aos 24 meses, com oferta diária de forragem de 12 kg de matéria seca para cada 100 kg de peso vivo, em método de pastoreio contínuo com lotação variável, utilizando-se os mesmos tratamentos avaliados no presente trabalho, CN, CNA e CNM. De 2010 até julho de 2012, foi realizada apenas manutenção dos tratamentos com ajuste de carga para manter a oferta diária de forragem preconizada.

Em agosto de 2012, novilhos da raça Hereford com idade média de 10 meses e peso vivo médio de  $172 \pm 27$  kg foram introduzidos na área. Em janeiro de 2013 quando iniciaram as avaliações nos animais, o peso médio era de  $265,5 \pm 36,5$  kg. O método de pastoreio utilizado foi o contínuo com lotação variável, com três animais testes por piquete, nove por tratamento, e animais reguladores suficientes para manter a intensidade de pastejo preconizada de 12 quilos de matéria seca para cada 100 quilos de peso vivo por dia (12% PV), durante todo o período experimental.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com três repetições de área. As avaliações de metano e consumo foram realizadas nos três tratamentos, CN, CNA e CNM em quatro estações do ano de 2013, verão (21 de janeiro), outono (29 de abril), inverno (22 de julho) e primavera (28 de outubro). As avaliações neste ano foram realizadas até o dia 20/12/2013, totalizando um período de 333 dias de pastejo.

### 2.3. Composição botânica

A fisionomia da região foi descrita por Girardi-Deiro et al. (1992), como campo natural misto, onde ocorrem boas espécies forrageiras (*Axonopus affinis*, *Paspalum notatum*, *P. dilatatum*, *Steinchisma decipiens*, *Mnesithea selloana*, *Piptochaetium montevidensis*, *Desmodium incanum*, *Stylosanthes* ssp, *Trifolium polymorphum* e outras) concomitantemente com espécies grosseiras e arbustivas tais como *Eryngium* spp., *Baccharis ochracea*, *B. coridifolia* e *Eupatorium buniifolium*.

A composição botânica da área experimental foi realizada através do método BOTANAL (Tohill et al. 1992). Os inventários de campo foram realizados entre os dias 06 a 10 de maio (outono) e de 30 de outubro a 02 de novembro (primavera) de 2013. As principais espécies encontradas na área e a sua contribuição na composição total da pastagem estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Contribuição das principais espécies encontradas na área experimental (kg MS ha<sup>-1</sup>) baseado em levantamento florístico feito nas estações de outono e primavera de 2013.

Espécie	CN	CNA	CNM
	Outono		
<i>Axonopus affinis</i>	401 (8,93)	643 (11,53)	706 (15,21)
<i>Axonopus argentinus</i>	115 (2,55)	363 (6,5)	262 (5,66)
<i>Eragrostis plana ness</i>	1530 (34,11)	1426 (25,57)	1003 (21,60)
<i>Eryngium horridum</i>	218 (4,87)	498 (8,92)	170 (3,67)
<i>Lolium multiflorum</i>	-	1 (0,02)	16 (0,35)
Material morto	266 (5,92)	259 (4,65)	138 (2,97)
<i>Paspalum notatum</i>	325 (7,24)	216 (3,87)	722 (15,56)

<i>Schizachyrium microstachyum</i>	346 (7,72)	62 (1,11)	6 (0,13)
<i>Sporobolus indicus</i>	158 (3,53)	667 (11,95)	352 (7,60)
<i>Trifolium pratense</i>	-	-	0,91 (0,02)
Outras	1127 (25,13)	1446 (25,88)	1266 (27,23)
Massa forragem total	4485	5579	4644
Primavera			
<i>Axonopus affinis</i>	405 (14,14)	378 (11,59)	407 (17,42)
<i>Cynodon dactylon</i>	2 (0,07)	301 (9,22)	19 (0,82)
<i>Eragrostis plana</i> ness	862 (30,13)	867 (26,56)	439 (18,78)
<i>Holcus lanatus</i>	1 (0,04)	42 (1,29)	196 (8,37)
<i>Lolium multiflorum</i>	0,96 (0,03)	41 (1,26)	301 (12,89)
Material Morto	330 (11,53)	286 (8,75)	39 (1,65)
<i>Paspalum notatum</i>	136 (4,74)	147 (4,49)	154 (6,59)
<i>Saccharum angustifolium</i>	134 (3,97)	36 (1,09)	155 (6,62)
<i>Sporobolus indicus</i>	61 (2,14)	189 (5,78)	41 (1,77)
<i>Trifolium pratense</i>	-	-	0,12 (0,01)
Outras	932 (33,21)	979 (29,97)	586 (25,08)
Massa forragem total	2861	3265	2336

Valores entre parênteses referem-se ao percentual de cada espécie na massa total por hectare.

#### 2.4. Avaliações do pasto

As avaliações de estrutura da vegetação foram realizadas em cada unidade experimental, antes da entrada dos animais e a cada intervalo de 28 dias. As amostragens foram aleatoriamente distribuídas em, no mínimo, 40 pontos por unidade experimental. As amostragens foram realizadas com auxílio de moldura de ferro de 0,25 m<sup>2</sup>. Para estimativa da massa de forragem total foi utilizada a técnica da dupla amostragem descrita por Wilm et al. (1944), e a altura foi medida com auxílio de bastão graduado segundo método proposto por Barthram et al. (1985) em cinco toques por moldura.

Em cada unidade experimental foram colocadas quatro gaiolas de exclusão ao pastejo a fim de avaliar a taxa de acúmulo diária de forragem conforme método proposto por Klingman et al. (1943). Em cada avaliação da

massa de forragem total, oito pontos de 0,25 m<sup>2</sup>, por unidade experimental, foram cortados rente ao solo com tesoura de esquila e secos em estufa de ar forçado a 65°C por 72 horas para determinação do teor de matéria seca, sendo que metade destes pontos foram separados manualmente em material verde e material morto antes de serem colocados na estufa, a fim de calcular a porcentagem de massa de forragem verde.

Oferta diária de forragem real (OFR) foi obtida dividindo-se o quociente da massa de forragem média pelo número de dias do subperíodo mais a taxa de acúmulo de forragem pela carga animal média do subperíodo, em kg de peso vivo ha<sup>-1</sup>, sendo o valor obtido multiplicado por 100 para expressar a oferta em porcentagem do peso vivo.

### **2.3 Análise da forragem aparentemente consumida**

Amostras da forragem foram coletadas por simulação de pastejo. Para isso, foi realizada avaliação do comportamento ingestivo dos animais para definir as áreas que o animal pastejava. Foram coletados 500 g de amostra verde por animal avaliado, baseado na proporção do tempo em pastejo que o animal pastejou em cada área do piquete, ou seja, áreas onde o animal pastejou mais tiveram maior quantidade de amostra coletada que aquelas de menor pastejo. As avaliações de comportamento animal e a coleta da forragem aparentemente consumida foram feitas para cada animal teste, com isso, 27 amostras da forragem aparentemente consumida foram obtidas por período de avaliação (estação do ano). Essas amostras foram coletadas entre o oitavo e o décimo dia de avaliação de ingestão de matéria seca (vide seção 2.7).



Nessas amostras, foram realizadas análises dos teores de matéria seca (MS, g kg MS<sup>-1</sup>), matéria orgânica (MO, g kg MS<sup>-1</sup>), proteína bruta (PB, g kg MS<sup>-1</sup>), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas (FDNc, g kg MS<sup>-1</sup>) e energia bruta (EB, MJ kg<sup>-1</sup>), e do perfil de n-alcanos. As determinações de matéria seca à 105°C, matéria orgânica e proteína bruta foram realizadas conforme metodologia do AOAC (1997). A fibra em detergente neutro corrigida para cinzas (FDNc) seguiram a técnica descrita por Van Soest e Robertson (1985). O calor de combustão (EB) foi medido usando bomba calorimétrica (Parr 6400, Calorímetro Adiabático, EUA).

## 2.6. Medidas nos animais

Os animais foram pesados antes da entrada na área experimental, bem como a cada intervalo de 28 dias, com jejum prévio de 12 horas. O quociente da diferença de peso dos animais teste entre duas pesagens imediatamente sequenciais pelo número de dias deste intervalo correspondeu ao ganho de peso médio diário (GMD) em cada subperíodo.

Era realizado também o ajuste de carga a fim de manter a oferta diária de forragem preconizada de 12% PV. Para isto era utilizada a seguinte equação:

$$CA = \left( \left( \frac{MF}{Pa} \right) + TAe \right) * \frac{100}{OF}$$

Onde:

CA = Carga animal para ajuste da oferta de forragem desejada (kg ha<sup>-1</sup>), MF = massa de forragem média da pastagem (kg ha<sup>-1</sup>), Pa = período de ajuste em dias, TAe = taxa de acúmulo do pasto estimada para o período (kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), OF = oferta diária de forragem preconizada (kg MS por 100 kg de PV dia<sup>-1</sup>).

## **2.7. Consumo de matéria seca**

Durante 10 dias de cada período experimental os animais receberam diariamente pela manhã (8h) e pela tarde (16h) péletes de celulose impregnados com n-alcano dotriacontano (C32). A partir do quinto dia de dosagem foram coletadas amostras de fezes duas vezes ao dia, previamente à dosagem do pélete. As amostras de fezes foram congeladas a -4°C. Posteriormente, as amostras foram descongeladas, homogeneizadas e retirada uma sub amostra por animal em cada estação do ano. Essas amostras foram colocadas em estufas de circulação de ar a 60°C e mantidas até estarem completamente secas. Depois de secas, foram moídas em moinho tipo Willey em peneira de 1mm, identificadas e armazenadas para posterior análise de MS, MO e alcanos.

## **2.8. 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 foi feita por CG usando cromatógrafo SHIMADZU GC-2010 equipado com detector de ionização de chama (FID), com carretel autosampler AOC-20S e com 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 He<sub>2</sub> a um fluxo constante de 30 ml/min. Gradientes de temperatura foram controlados para o injetor (270°C) e para 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 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 às aquelas 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 C37 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<sup>-1</sup> de MS de fezes e de forragem.

## 2.9 Cálculos de consumo de matéria seca

O consumo de matéria seca foi estimado a partir das concentrações dos n-alcanos presentes naturalmente na forragem (C33) e o seu par homólogo dosado oralmente (C32) segundo equação de De-Stefani Aguiar et al. (2013):

$$CMS = \frac{\left( \frac{\left( \frac{C_{33Fecal}}{C_{32Fecal} - C_{32Forragem}} \times Valor\ dosado \right)}{C_{33Forragem}} \right)}{1000}$$

Onde:

CMS é o consumo de matéria seca (kg dia<sup>-1</sup>); Fecal C33 é a concentração nas fezes do n-alcano natural C33 (mg kg de MS<sup>-1</sup>); C32 Fecal é

a concentração nas fezes do n-alcano C32 ( $\text{mg kg de MS}^{-1}$ ); C32 Forragem é a concentração na forragem do n-alcano natural C32 ( $\text{mg kg de MS}^{-1}$ ); valor dosado é a quantidade administrada diariamente do n-alcano sintético C32 (mg), C33 Forragem é a concentração na forragem do n-alcano natural C33 ( $\text{mg kg de MS}^{-1}$ ).

### **2.10. Medidas do metano entérico**

Para estudo das emissões de metano dos animais foram realizadas quatro avaliações ao ano, uma a cada estação do ano, nas datas acima citadas. Foi utilizada a técnica do marcador hexafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6$ ) descrita por Johnson et al. (1994) e adaptada por (Gere e Gratton, 2010). As adaptações consistem na substituição das cangas coletoras por tubos de aço inoxidável, e os tubos capilares foram substituídos por reguladores de ingresso de ar. Amostras de metano foram coletadas nas proximidades do nariz do animal durante cinco dias por período experimental. Assume-se nesse método que o padrão de emissão de  $\text{SF}_6$  simule o padrão de emissão de  $\text{CH}_4$ . Após a coleta, o recipiente foi pressurizado com nitrogênio e as concentrações do metano e do  $\text{SF}_6$  foram então determinadas usando cromatografia gasosa. As leituras das concentrações de  $\text{CH}_4$  e de  $\text{SF}_6$  foram realizadas em cromatógrafo a gás equipado com injetores acoplados a duas válvulas automatizadas, com detectores de ionização de chama (para a leitura de metano) e de captura de elétrons (para a leitura do  $\text{SF}_6$ ), e com as colunas capilares Plot HP-AI/M e HP-MoSiv. As análises de concentração dos gases foram realizadas no Laboratório de Biogeoquímica Ambiental do Departamento de Solos da Faculdade de

Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. As cápsulas de SF<sub>6</sub>, colocadas no rúmen dos animais, apresentaram taxa de permeação média de 2.62 (± 0.46) mg dia<sup>-1</sup>.

Além dos tubos colocados nos animais, foram distribuídos na área quatro tubos (considerados brancos) providos de válvulas reguladoras de ingresso em cada período experimental, a fim de captar amostras do ambiente. Desta maneira, foi possível descontar a concentração de metano presente no ambiente.

A partir da taxa conhecida de liberação do traçador no rúmen, das concentrações de metano e do traçador nas amostras de gás medidas, o fluxo de metano liberado pelo animal é calculado em relação ao fluxo de SF<sub>6</sub> da seguinte forma (Deighton et al., 2014):

$$CH_4 \left( \frac{g}{dia} \right) = TP_{SF_6} * \left( \frac{[CH_4]_{aa} - [CH_4]_a}{[SF_6]_{aa} - [SF_6]_a} \right) * \frac{CH_4PM}{SF_6PM} * 1000$$

Onde:

TP SF<sub>6</sub> é a taxa de liberação do SF<sub>6</sub> pela válvula; [CH<sub>4</sub>]<sub>aa</sub> é a concentração de metano na amostra animal, [CH<sub>4</sub>]<sub>a</sub> é a concentração de metano na amostra do ambiente; CH<sub>4</sub> PM é o peso molecular do metano; [SF<sub>6</sub>]<sub>aa</sub> é a concentração de SF<sub>6</sub> na amostra animal; [SF<sub>6</sub>]<sub>a</sub> é a concentração de SF<sub>6</sub> na amostra do ambiente, SF<sub>6</sub> PM é o peso molecular de SF<sub>6</sub>.

### 2.11. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância para medidas repetidas e teste F pelo programa estatístico JMP (JMP Versão 9.0.0, 2010).

Foram testados o efeito de tratamento, período e a interação entre eles. As médias dos tratamentos e estações do ano foram comparadas utilizando-se o teste Tukey a 5% de significância.

As variáveis analisadas foram: massa de forragem total, massa de forragem verde, altura do dossel, oferta diária de forragem real, oferta diária de forragem verde, teor de MO, teor de PB, teor de FDNc, energia bruta, ganho médio diário, consumo total MS e em porcentagem do PV, emissão diária de metano, emissão de metano por quilo de MS consumida, consumo de FDN e de EB, quantidade de metano emitida proporcional ao consumo de FDN e de EB.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. Características do pasto**

As variáveis do pasto, massa de forragem total (MFT), massa de forragem verde (MFV) e altura do dossel, apresentaram interação entre tratamentos e estações do ano (Tabela 3).

A massa de forragem total foi menor no tratamento CN, com exceção do outono, onde o tratamento CNM apresentou menor MFT. As maiores MFT foram encontradas durante o verão e a primavera para os tratamentos CNA e CNM, e também no inverno para o tratamento CNA.

**Tabela 2.** Massa de forragem total (Kg MS ha<sup>-1</sup>), massa de forragem verde (Kg MS ha<sup>-1</sup>) e altura do dossel (cm) em campo natural (CN), campo natural

melhorado por fertilização (CNA) e campo natural melhorado por fertilização e introdução de espécies hibernais exóticas (CNM), durante as estações do ano.

	CN	CNA	CNM	Média
Massa de forragem total (kg MS ha <sup>-1</sup> )				
Verão	2025CD ±79	2616A ±379	2589A ±410	2410
Outono	2218BC ±117	2236BC ±57	1899D ±95	2118
Inverno	2134BCD ±87	2660A ±72	2408AB ±478	2401
Primavera	2208BC ±46	2653A ±161	2676A ±41	2513
Média	2146	2541	2393	
Massa de forragem verde (kg MS ha <sup>-1</sup> )				
Verão	1727C ±124	2137A ±299	2084AB ±411	1983
Outono	1042DE ±181	875E ±163	950E ±189	956
Inverno	910E ±178	1184DE ±270	1055DE ±239	1050
Primavera	1334D ±267	1803BC ±203	1981AB ±194	1706
Média	1253	1500	1518	
Altura do dossel (cm)				
Verão	12,2B ±3,8	17,8A ±3,6	12,4B ±3,3	14,1
Outono	9,9BC ±3,2	10,5BC ±3,2	9,3BC ±2,4	9,9
Inverno	11,8BC ±2,9	9,4BC ±3,6	7,8C ±2,8	9,6
Primavera	10,5BC ±2,8	11,8BC ±1,5	12,9B ±3,9	11,5
Média	11,0	12,3	10,5	

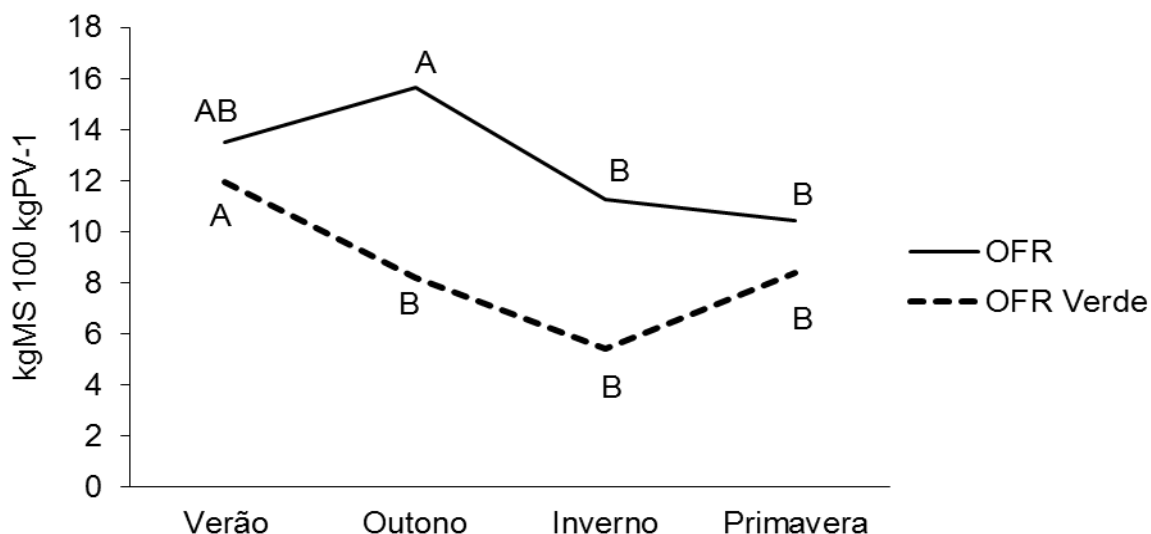
Médias seguidas por diferentes letras diferem ( $P < 0.05$ ) pelo teste Tukey.

Médias apresentadas seguidas do desvio padrão.

Para a MFV, o maior valor foi observado para o tratamento CNA no verão, enquanto que os menores valores foram para os tratamentos CNA e CNM no outono e para o CN durante o inverno.

Com relação à altura do dossel, o tratamento CNA apresentou o maior valor no verão e o tratamento CNM o menor durante o inverno.

A oferta real diária de forragem (OFR) e OFR verde tiveram influência das estações do ano (Figura 2), não apresentando diferenças entre tratamentos. A média geral da OFR foi de 12,71%, nos tratamentos estudados, valor este próximo ao preconizado para o estudo.



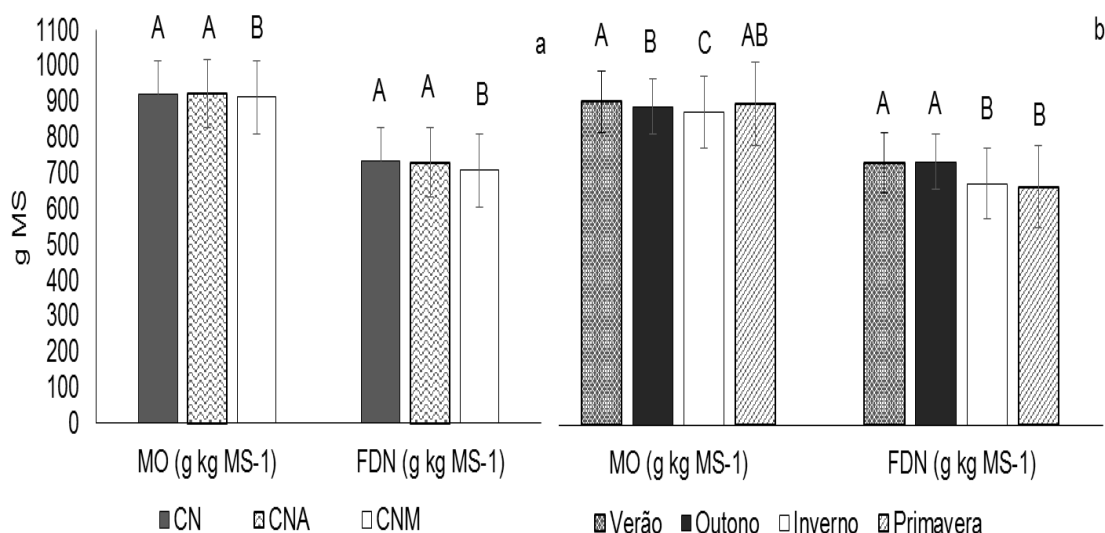
**Figura 2.** Oferta real diária de forragem (kg de MS 100 kg de PV<sup>-1</sup>) e oferta real diária de forragem verde (kg de MS verde 100 kg de PV<sup>-1</sup>) nas estações do ano. Diferentes letras nas médias em cada variável, diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

A maior OFR foi encontrada no outono (15,64%) e o inverno e primavera apresentaram os menores valores (11,27 e 10,43%, respectivamente). A oferta de forragem real verde apresentou valores menores que a OFR, sendo o maior valor (11,92%) encontrado no verão. As diferenças entre a oferta real diária de forragem e a oferta real diária de forragem verde, foram maiores durante o outono e o inverno, alcançando oferta verde durante estas estações 47,76 e 52% menor, respectivamente.

### 3.2. Composição química da dieta



Os teores de matéria orgânica (MO) e fibra em detergente neutro (FDN) tiveram influência dos tratamentos e das estações do ano (Figura 3), mas não houve interação entre os fatores.



**Figura 3.** Teores de matéria orgânica (MO, g kg MS<sup>-1</sup>) e fibra em detergente neutro (FDN, g kg MS<sup>-1</sup>) da forragem em campo natural (CN), campo natural melhorado por fertilização (CNA) e campo natural melhorado por fertilização e introdução de espécies hibernais exóticas (CNM) (Figura a), e durante as estações do ano (Figura b). Letras diferentes nas barras para cada variável, em cada figura, diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.

As dietas dos tratamentos CN e CNA apresentaram os maiores teores de MO e FDN comparadas ao tratamento CNM. O tratamento CNM apresentou valor de FDN 3,48% menor que o CN e CNA, e foi o que apresentou menor teor de MO.

O teor de proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) apresentaram interação dos tratamentos com as estações do ano (Tabela 3). O tratamento

CNM no inverno foi o que apresentou maior teor de PB, enquanto os menores valores foram observados durante o outono no CNA e CN, e no CN durante o verão e inverno. Em todas as estações do ano o tratamento CNM apresentou maiores valores no teor de PB.

**Tabela 3.** Teores de proteína bruta (g kg MS<sup>-1</sup>) e de energia bruta (MJ kg<sup>-1</sup>) da forragem em campo natural (CN), campo natural melhorado por fertilização (CNA) e campo natural melhorado por fertilização e introdução de espécies hibernais exóticas (CNM), durante as estações do ano.

	CN	CNA	CNM	Média
Proteína bruta (g kg MS <sup>-1</sup> )				
Verão	68,3F ±3,1	86,7E ±11,3	95,8CDE ±5,0	83,6
Outono	62,2F ±7,1	70,7F ±4,6	85,1E ±13,6	72,6
Inverno	67,4F ±4,1	99,6CD ±6,2	121,9A ±11,9	99,9
Primavera	88,5DE ±7,2	106,6BC ±4,5	119,3AB ±9,1	104,7
Média	72,0	90,4	105,5	
Energia bruta (MJ kg <sup>-1</sup> )				
Verão	16,86BC ±0,06	17,01ABC ±0,20	17,11AB ±0,16	16,99
Outono	16,87BC ±0,14	16,94ABC ±0,15	16,60C ±0,22	16,80
Inverno	16,74BC ±0,20	16,89ABC ±0,11	16,04D ±0,81	16,54
Primavera	17,23A ±0,07	17,10AB ±0,22	17,32A 0,26	17,22
Média	16,94	16,98	16,77	

Médias seguidas por diferentes letras diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.

Médias apresentadas seguidas do desvio padrão.

Os maiores valores de EB ocorreram durante a primavera para os tratamentos CN e CNM, e o menor valor de EB foi observado no inverno para o CNM. A diferença entre o maior e o menor valor no tratamento CNM foi de 7,37% para a primavera e o inverno.

### 3.3. Desempenho animal

Foi observada interação entre tratamentos e as estações do ano para o ganho médio diário dos animais (Tabela 4). Os animais apresentaram satisfatório desempenho ao longo do ano, com bons ganhos médios anuais para os tratamentos.

**Tabela 4.** Ganho médio diário dos animais (kg dia<sup>-1</sup>) em campo natural (CN), campo natural melhorado por fertilização (CNA) e campo natural melhorado por fertilização e introdução de espécies hibernais exóticas (CNM), durante as estações do ano.

	CN	CNA	CNM	Média
Verão	0,698C ±0,155	0,855AB ±0,209	0,854AB ±0,176	0,804
Outono	-0,109E ±0,257	-0,133E ±0,161	-0,042DE ±0,324	-0,093
Inverno	-0,236E ±0,197	0,229DE ±0,215	0,256C 0,260	0,088
Primavera	0,736B ±0,103	0,965AB ±0,089	1,083A ±0,107	0,922
Média	0,272	0,467	0,514	

Médias seguidas por diferentes letras diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

Médias apresentadas seguidas do desvio padrão.

Os maiores ganhos foram observados durante a primavera para o tratamento CNM, enquanto os menores valores foram durante o outono no CN e CNA e no inverno para o CN, os quais apresentam valores negativos, ou seja, os animais tiveram perda de peso neste período. Na primavera foram observados ótimos ganhos de peso, com valores próximos a 1 kg por dia para os tratamentos CNM e CNA, e acima de 0,7 kg para o tratamento CN.

### 3.4. Consumo e emissão de metano

O consumo de matéria seca por dia e em percentual do peso vivo foram influenciados pelos tratamentos (Tabela 5) e pelas estações do ano (Tabela 6), mas não houve interação dos fatores.

Os animais do tratamento CNM apresentaram maior consumo total de matéria seca em quilos, mas quando consideramos o consumo em porcentagem do peso vivo, os animais que apresentaram o maior valor foram os do CN.

**Tabela 5.** Consumo total de matéria seca (kg MS animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), consumo para cada 100 quilos de peso vivo (%PV), emissão de metano diária por animal (g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), emissão de metano por quilo de matéria seca consumida (g kg MS<sup>-1</sup>), consumo diário de fibra em detergente neutro (kg dia<sup>-1</sup>) e energia bruta (kg dia<sup>-1</sup>) e valor de emissão de metano pelo consumo de fibra em detergente neutro (%) e energia bruta (%) em campo natural (CN), campo natural melhorado por fertilização (CNA) e campo natural melhorado por fertilização e introdução de espécies hibernais exóticas (CNM).

	CN	CNA	CNM	P
Consumo (kg MS)	5,26B ±1,29	5,16B ±1,09	6,02A ±1,43	0,0084
Consumo (% PV)	2,01A ±0,51	1,75B ±0,34	2,00AB ±0,51	0,0271
Emissão CH <sub>4</sub> (g animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	157,20 ±83,60	157,70 ±58,88	199,01 ±85,97	0,0987
Emissão CH <sub>4</sub> (g kg MS <sup>-1</sup> )	37,72 ±38,27	31,48 ±15,51	32,52 ±16,94	0,8515
CFDN (kg dia <sup>-1</sup> )	3,79 ±0,94	3,77 ±0,82	4,21 ±0,94	0,0714
CEB (MJ dia <sup>-1</sup> )	87,22 ±21,64	82,90 ±26,88	96,94 ±27,95	0,0758
%CFDN	52,07 ±52,00	43,75 ±23,84	46,30 ±30,97	0,8714

%CEB	11,08 ±11,07	9,27 ±4,54	9,69 ±7,45	0,8541
------	--------------	------------	------------	--------

Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas nas linhas diferem ( $P < 0,05$ )

pelo teste Tukey. Médias apresentadas seguidas do desvio padrão.

Entre os tratamentos não foi observada diferença na emissão de metano total, no entanto, se considerarmos o ganho de peso médio dos animais ao longo do ano, e transformarmos a emissão de metano em quantidade emitida por quilo de ganho de peso, podemos observar a superioridade dos tratamentos CNA e CNM, uma vez que menor quantidade de metano é emitida para cada quilo de ganho de peso (577,94; 337,69 e 387,18 g CH<sub>4</sub> kg GPV<sup>-1</sup> para o CN, CNA e CNM, respectivamente).

Com relação as estações do ano, apenas no consumo de FDN não foi observada diferença, o qual apresentou valor médio de 3,92 kg dia<sup>-1</sup>. O consumo de matéria seca em quilos e em percentagem do peso vivo apresentaram os maiores valores durante o inverno, e o menor foi durante o outono. Na primavera também foi observado menor valor de consumo em percentagem do peso vivo.

Na Tabela 6 constam o consumo total de matéria seca, consumo de matéria seca para cada 100 quilos de peso vivo, emissão de metano diária, emissão de metano por quilo de matéria seca consumida, consumo diário de fibra em detergente neutro e de energia bruta e emissão de metano pelo consumo de fibra em detergente neutro e de energia bruta por estação do ano. A maior emissão de metano total e por quilo de matéria seca consumida foi na

primavera, comparada às outras estações do ano, com valor 94,32% maior que o valor médio de emissão das demais estações.

**Tabela 6.** Consumo total de matéria seca (kg MS animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), consumo de matéria seca para cada 100 quilos de peso vivo animal (%PV), emissão de metano diária por animal (g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), emissão de metano por quilo de matéria seca consumida (g kg MS<sup>-1</sup>), consumo diário de fibra em detergente neutro (kg dia<sup>-1</sup>) e de energia bruta (kg dia<sup>-1</sup>) e valor de emissão de metano pelo consumo de fibra em detergente neutro (%) e de energia bruta (%), por estação do ano.

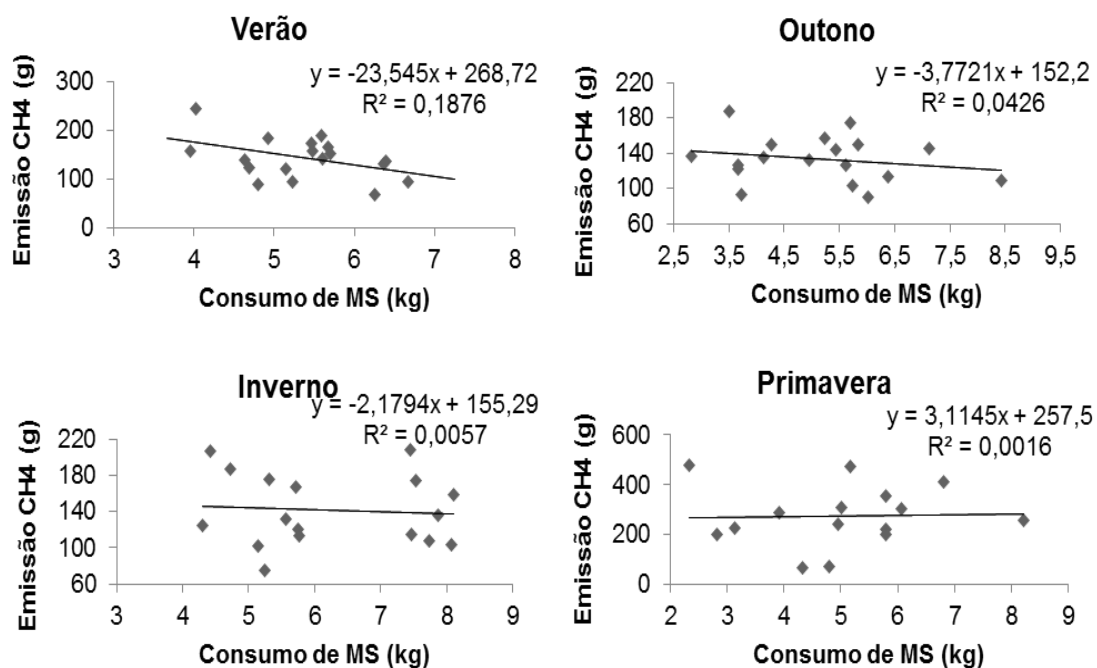
	Verão	Outono	Inverno	Primavera	P
Consumo (kg MS)	5,35AB ±0,96	5,19B ±1,44	6,13A ±1,27	5,25AB ±1,44	0,0321
Consumo (% PV)	1,99AB ±0,37	1,76B ±0,45	2,18A ±0,44	1,77B ±0,49	0,0018
Emissão CH <sub>4</sub> (g animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	141,05B ±42,32	132,52B ±26,19	142,29B ±39,33	269,36A ±113,40	<0,0001
Emissão CH <sub>4</sub> (g kg MS <sup>-1</sup> )	26,36B ±11,29	25,53B ±10,67	23,21B ±9,38	51,31A ±46,39	0,0007
CFDN (kg dia <sup>-1</sup> )	4,03 ±0,68	3,93 ±1,08	4,20 ±0,80	3,52 ±0,96	0,0829
CEB (MJ dia <sup>-1</sup> )	90,89AB ±16,33	87,04AB ±23,68	101,11A ±19,32	80,07B ±36,47	0,0356
% CFDN	36,71B ±14,90	37,03B ±14,51	34,46B ±14,17	87,07A ±64,21	0,0002
%CEB	8,14B ±3,27	8,35B ±3,19	7,19B ±2,78	17,29A ±13,19	0,0010

Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas nas linhas diferem (P<0,05)

pelo teste Tukey. Médias apresentadas seguidas do desvio padrão.

O maior consumo de energia bruta foi observado no inverno e o menor foi na primavera. O consumo de energia no inverno foi 20,81% maior que na primavera. Na primavera também foram observados os maiores valores do percentual de metano diário emitido relacionado com o consumo de FDN e de energia bruta, sem diferença nos valores observados nas demais estações do ano.

Não foi observada relação entre o consumo de MS e a emissão diária de metano pelos animais (Figura 4).



**Figura 4.** Relação entre consumo de matéria seca por dia (kg) e a emissão de metano por dia (g) pelos animais nas diferentes estações do ano.

Também foi estudada a relação entre o consumo de FDN e a emissão de metano diária pelos animais (Figura 5), e novamente, não foi verificada relação entre essas variáveis para nenhuma das estações do ano.



**Figura 5.** Relação entre consumo de fibra em detergente neutro (FDN) por dia (kg) e a emissão de metano por dia (g) dos animais nas diferentes estações do ano.

#### 4.DISCUSSÃO

Como esperado, a aplicação de fertilizante nitrogenado na pastagem aumentou a massa de forragem nos tratamentos que receberam este insumo, principalmente a massa de forragem verde. Isso ocorreu de forma mais acentuada durante o verão e a primavera, onde as condições de água e temperatura são favoráveis ao crescimento das plantas, e o principal limitante é a falta de nutrientes. É importante lembrar que apesar de na região onde foi



realizado o experimento, historicamente apresentar estiagem no verão, isso não ocorreu no ano de avaliação, o qual apresentou verão com boa quantidade de chuva, principalmente no mês de janeiro (Figura1). O nitrogênio é o principal nutriente limitante para o crescimento das plantas, uma vez que ele integra células e proteínas que participam de funções vitais para a planta, como a fotossíntese, por exemplo. Ao nitrogênio é atribuído o aumento na produção de novas células, proporcionando assim, a redução do tempo para o aparecimento de duas folhas consecutivas, o qual tem reflexo positivo no número de folhas por planta e na produção de matéria seca (Silva et al., 2009).

Com exceção do tratamento CNA durante o verão que apresentou altura média do dossel elevada (17,8 cm), a altura média nos diferentes tratamentos e estações do ano mantiveram-se em uma faixa considerada boa para manter o desempenho dos animais. Santos (2007) afirmou que massas de forragem entre 1400 e 2500 kg ha<sup>-1</sup> de MS e altura média entre 7,5 e 13,5 cm são consideradas ótimas para maximizar o consumo do animal. Gonçalves et al., (2009) avaliaram o efeito das alturas de manejo do pasto (4, 8, 12 e 16 cm) no padrão de desfolhação de uma pastagem nativa e na seletividade de bezerras e ovelhas. Estes autores concluíram que a estrutura do campo nativo afeta o padrão de desfolhação e a oportunidade de pastejo de bezerras e ovelhas, pois o aumento da altura representa menor facilidade de apreensão das lâminas foliares, uma vez que há menor densidade de lâminas foliares nos estratos superiores, porém os animais buscam sempre selecionar folhas mais jovens. O presente estudo apresentou valores dentro ou próximos desta faixa ótima, e mesmo no caso da maior altura no tratamento CNA, há de se considerar que

como os animais apresentaram bom desempenho nesta época, isto não tenha afetado a apreensão e o consumo de forragem pelos animais.

A média geral de oferta real de forragem apresentou valores próximos da preconizada, que era de 12% PV. Diferenças entre o valor preconizado e o real podem ter ocorrido devido a superestimativa da taxa de acúmulo durante o inverno e a primavera, e subestimativa no outono. Ferreira et al. (2011) também observaram diferenças na oferta de forragem apenas entre as estações do ano e não entre tratamentos, evidenciando que as características climáticas podem ser as principais influenciadoras desta variável. Maraschin (2009) afirmou que, para bovinos de corte mantidos em pastagem natural, níveis de oferta entre 11,5 a 13,5% do peso vivo por dia permitem que a produção animal tanto por indivíduo quanto por área sejam maximizados, possibilitando também melhor produtividade do pasto. No entanto, uma vez que o maior ganho de peso diário foi observado na primavera; estação esta que apresentou a menor oferta real, pode-se inferir que a menor oferta não prejudicou o desempenho animal, e que os animais foram capazes de selecionar uma dieta rica em nutrientes, nesta estação.

As diferenças encontradas entre a OFR e OFR verde nas estações mais frias podem ter ocorrido devido, além da natural diminuição da taxa de crescimento das espécies que compõem a pastagem nativa nesta época do ano (Ferreira et al., 2011), houve precipitação reduzida no início do outono e do inverno (Figura 1), sendo assim, a falta de água pode ter sido mais um fator limitante ao crescimento das plantas. Fator este que não era esperado, uma vez

que, para a região onde foi realizado o presente estudo, o outono e inverno são estações onde a precipitação mensal é de, no mínimo, 100 mm.

Os menores teores de FDN encontrados no tratamento CNM e durante o inverno e a primavera são, provavelmente, devido a maior participação de espécies de ciclo metabólico  $C_3$  na pastagem e conseqüentemente, na dieta dos animais nestas condições. De fato, espécies de ciclo metabólico  $C_3$  são conhecidas por apresentarem menor espessura de parede celular, o que resulta em melhor digestibilidade (Archimède et al., 2011).

A fertilização nitrogenada influenciou de maneira positiva o teor de proteína bruta das plantas. Os tratamentos que receberam este insumo apresentaram, dentro de cada estação do ano, valores superiores ao CN. Uma vez que a proteína é composta por aproximadamente 16% de nitrogênio, a maior disponibilidade deste elemento no solo, permite que a planta o absorva mais e assim é capaz de investir na produção de novas células e compostos fotossintéticos, aumentando o vigor de rebrota, principalmente após um evento de pastejo (Lemaire & Agnusdei, 2000). Além disso, a disponibilidade de nitrogênio faz com que a planta invista mais em porção foliar (Gastal & Nelson, 1994), maior presença de folha no dossel faz com que a chance de o bovino apreender lâminas foliares que colmo é maior, e com isso a dieta consumida torna-se de melhor qualidade. Além das vantagens que a fertilização nitrogenada traz para o teor de proteína bruta do pasto, a inclusão do azevém e do trevo também trazem benefícios neste quesito. Por se tratar de duas espécies com alto valor nutritivo, inclusive com relação à quantidade de PB, com valores médios de 220 e 242 g PB kg  $MS^{-1}$  para o azevém e o trevo vermelho,

respectivamente (Deinum & Maassen, 1994; Fulkerson et al., 2007), a presença destas espécies aumenta o teor de proteína na dieta dos animais.

Os maiores valores de energia bruta foram observados na primavera, apesar que os valores de energia variaram muito pouco entre tratamentos e estações do ano, com diferença de apenas 7,37% entre o maior e o menor valores observados. Uma vez que a análise de energia bruta leva em conta o calor formado pela queima de todo o carbono presente na amostra, e que a quantidade de energia bruta consumida pelo animal sofre interferência de diversas outras variáveis; dentre elas a digestibilidade do alimento; até chegar na porção de energia que realmente é utilizada pelo animal para a manutenção e produção, deve-se analisar estes valores com cautela. Fraser et al. (2014) observaram valor 6,86% menor de energia bruta em pastagem de azevém comparada com pastagem composta por diversas espécies, no entanto, os maiores ganhos de peso dos animais foram observados nas pastagens de azevém. Situação esta que também ocorreu no presente trabalho, o que indica que o teor de EB da forragem tem pouca influência no desempenho dos animais.

Os animais apresentaram bons ganhos médios anuais, sendo que aqueles que estavam no tratamento CNM apresentaram ganho médio anual aproximadamente 89% maior que os animais do CN. Entre os animais do CNM e do CNA esta diferença foi de apenas 10% no ganho médio anual. O pior desempenho foi observado nos animais do CN durante o outono e o inverno e também no CNA durante o outono, onde foi observada perda de peso nos animais. Durante o outono ocorre a transição da pastagem, onde a maioria das espécies que a compõem, espécies com ciclo C<sub>4</sub>, estão entrando em estágio de

maturação avançado, apresentando características reprodutivas e senescência (Silveira et al., 2006), enquanto que as espécies hibernais ainda não conseguiram se estabelecer totalmente, isso faz com que a qualidade nutricional deste campo seja baixa, principalmente relacionado ao teor de nitrogênio, uma vez que este é fortemente influenciado pelo estado fisiológico e fenológico da planta (Silveira et al., 2005). Pela análise da composição química da dieta aparentemente consumida pelos animais, foi observado um baixo teor de PB durante esse período, o qual no tratamento CN foi menor que o valor de 7% de PB preconizado por Van Soest (1994) para não limitar o crescimento bacteriano, prejudicando desta maneira o funcionamento ruminal.

O maior consumo de matéria seca total, expresso em quilos por dia, foi observado nos animais mantidos no CNM, e isso pode ter ocorrido devido a maior taxa de passagem da digesta, uma vez que a composição química da dieta destes animais mostrou os maiores valores de PB e os menores de FDN. Uma vez que uma das leis que rege o consumo de alimento por ruminantes é a do enchimento ruminal (Hodgson, 1990), o esvaziamento mais rápido do rúmen permitiria maior consumo de MS por dia. Essas mesmas condições podem explicar o menor consumo observado no outono, uma vez que a forragem neste período apresentou características nutritivas menos favoráveis, seria necessário maior tempo de retenção no rúmen para degradação do material, o que prejudicou o consumo de alimento e conseqüentemente, o desempenho dos animais.

Quando expressamos o consumo em porcentagem do peso vivo, os animais mantidos no CN apresentam valor de consumo maior que os do CNA,

principalmente devido a diferença de peso destes animais. Apesar dos animais apresentarem média de peso inicial igual, aqueles mantidos nas pastagens fertilizadas tiveram maior ganho de peso, tornando-se assim mais pesados, o que diluiu o consumo de MS quando expresso em percentagem do peso vivo.

Os maiores valores de emissão de metano foram observados na primavera. Rearte e Pordomingo (2014) afirmaram que conforme a produtividade por animal aumenta, as emissões de metano por animal são também maiores, mas que se for considerado a emissão de metano expressa como kg CO<sub>2</sub>-eq/kg de peso carcaça esse valor se estabiliza. E de fato durante a primavera os animais estavam mais pesados e tiveram a maior taxa de ganho de peso observada nesse trabalho (Tabela 4). Durante a avaliação da emissão de metano na primavera, os animais apresentaram peso vivo médio de 372,5 ± 65,5 kg, aproximadamente 100 kg a mais que a média durante o inverno. Uma vez que o peso vivo dos animais é uma das características que influencia na eficiência de utilização de energia, o maior peso dos animais pode ter influenciado na emissão de metano durante esta estação, fazendo com que maiores valores fossem encontrados.

É importante reforçar, que apesar da maior perda de energia como metano na primavera (Tabela 6), valor este que ultrapassou a média de 2 a 12% do consumo de energia perdido como metano (Johnson et al., 1993), os animais apresentaram o maior ganho de peso (Tabela 4). Quando consideramos a quantidade de metano emitida por quilo de ganho de peso, observamos que a primavera e o verão apresentam os menores valores (195,33 e 176,31 g CH<sub>4</sub> kg GPV<sup>-1</sup>, respectivamente).

Outro fator que poderia ter afetado a emissão de metano é a composição botânica da pastagem durante a primavera, uma vez que a pastagem natural é composta por uma diversidade de espécies, e a proporção destas espécies pode variar ao longo do ano e/ou entre diferentes anos. Além disso, a grande presença de inflorescências na pastagem nesta época do ano pode também influenciar nessas emissões. Contudo, como até o momento não existe um *screening* com o potencial de emissão de metano das diferentes espécies que compõem a pastagem nativa, é difícil saber se esta explicação realmente se aplica.

Trabalhos demonstram que a emissão de metano pelos animais é na maioria das vezes relacionado ao consumo de MS ou MO e/ou com a qualidade da dieta (Fraser et al., 2014; Sauvant et al., 2014). Hammond et al (2013) e Savian et al (2014) observaram relação linear positiva entre o consumo de matéria seca e emissão total de metano em ovinos alimentados com azevém. No caso destes trabalhos, os animais tinham apenas uma escolha de espécie para ingerir, além do fato que, no caso do primeiro autor, apesar da forragem ser fresca, ela foi fornecida no cocho, o que diminui a seleção pelo animal. Deve-se considerar que no presente trabalho os animais encontravam-se em ambiente heterogêneo, onde a opção de escolha para ingestão de diferentes espécies forrageiras era alta, o que pode ter acarretado em maior variabilidade entre animais.

Pinares-Patiño et al. (2003) observaram relação entre o consumo de FDN e emissão de metano por vacas em pastagem monoespecífica de *Phleum pratense*, com coeficiente de correlação de 0,61. No entanto, vale lembrar que a

pastagem natural possui grande diversidade de espécies, fornecendo ao animal maior opção de escolha entre qual alimento consumir, e isso pode ter feito com que maior variabilidade ocorresse entre os animais, o que fez com que a correlação do consumo de FDN e emissão de metano não fosse significativa no presente trabalho. Isso demonstra que a pasto, o comportamento ingestivo do animal permite a seleção da dieta, fazendo com que haja variação maior entre o alimento consumido, e assim maior variabilidade da emissão de metano relacionada com o consumo.

Os dados apresentados mostram a variabilidade que ocorre entre animais com respeito ao comportamento da emissão de metano e o consumo de alimento, o que demonstra que quando os animais são mantidos a pasto, a linearidade entre consumo de matéria seca e emissão de metano não ocorre. Ou seja, em animais a pasto, principalmente quando a pastagem apresenta heterogeneidade, tanto estrutural quanto de espécies, existem outros fatores que influenciam como, por exemplo, o próprio comportamento alimentar do animal que selecionam o alimento desejado.

## **5.CONCLUSÕES**

A emissão de metano pelos animais foi mais afetada pela época do ano do que pela utilização de fertilizante nitrogenado e pela introdução de espécies hibernais na pastagem.

A fertilização nitrogenada e a introdução de espécies hibernais na pastagem melhoraram o desempenho dos animais, com maiores ganhos médios anuais dos animais mantidos nestas pastagens. Desta forma, animais mantidos



neste sistema emitem menos metano durante o ciclo de vida, o que favorece a mitigação das emissões por quilo de ganho de peso.

## **6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Allard, V., Soussana, J.F., Falcimagne, R., Berbigier, P., Bonnefond, J.M., Ceschia, E., D'hour, P., Hénault, C., Laville, P., Martin, C., Pinarès-Patino, C., 2007. The role of grazing management for the net biome productivity and greenhouse gas budget (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub>) of semi-natural grassland. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 121, 47-58.

AOAC, 1997. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 16, 3rd revision, Gaithersburg, MD.

Archimède, H., Eugène, M., Marie Magdeleine, C., Boval, M., Martin, C., Morgavi, D.P., Lecomte, P., Doreau, M., 2011. Comparison of methane production between C3 and C4 grasses and legumes. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 166-167, 59-64.

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

Bhatta, R., Enishi, O., Kurihara, M., 2007. Measurement of Methane Production from Ruminants. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 20 (8), 1305-1318.

BOLDRINI, I.I., 1997. Campos do Rio Grande do Sul: Caracterização fisionômica e problemática ocupacional. *Boletim do Instituto de Biociências*, 56, 39 p (in Portuguese).

Carvalho, P.C.F., Batello, C., 2009. Access to land, livestock production and ecosystem conservation in the Brazilian Campos biome: The natural grasslands dilemma. *Livest. Sci.*, 120, 158-162.

Deighton, M.H., Williams, S.R.O., Moate, P.J., Gere, J.I., Martin, C., Martin, R.J., Iwaasa, A.D., 2014. Sampling systems, in: Lambert, M.G. (Ed.), *Guidelines For Use Of Sulphur Hexafluoride (SF<sub>6</sub>) Tracer Technique To Measure Enteric Methane Emissions From Ruminants*. New Zealand Agricultural Greenhouse Gas Research Centre, New Zealand, pp. 49-74.

Deinum, B., Maasen, A., 1994. Effects of drying temperature on chemical composition and in vitro digestibility of forages. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 46 (1-2), 75-86.

De-Stefani Aguiar, A., Forbes, T.D.A., Rouquette Jr., F.M., Tedeschi, L.O., Randel, R.D., 2013. Evaluating the statistical variation in estimating forage dry matter intake of grazing Brahman bulls using n-alkanes. *J. Agric. Sci.*, 151, 129-140.

Dove, H.; Mayes, R.W., 2006. Protocol for the analysis of n-alkanes and other plant-wax compounds and their use as markers for quantifying the nutrient supply of large mammalian herbivores. *Nat. Protoc.*, 1 (4), 1680-1697.

Ellis, J.L., Kebreab, E., Odongo, N.E., Beauchemin, K., McGinn, S., Nkrumah, J.D., Moore, S.S., Christopherson, R., Murdoch, G.K., McBride, B.W., Okine, E.K., France, J., 2009. Modeling methane production from beef cattle using linear and nonlinear approaches. *J. Anim. Sci.*, 87, 1334-1345.

EMBRAPA, 1999. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: EMBRAPA. Rio de Janeiro. 412 p (in Portuguese).

Ferreira, E.T., Nabinger, C., Elejalde, D.A.G., Freitas, A.K., Carassai, I.J., Schmitt, F., 2011. Fertilization and oversowing on natural grassland: effects on pasture characteristics and yearling steers performance. *Braz. J. Anim. Sci.*, 40 (9), 2039-2047.

Fraser, M.D., Fleming, H.R., Moorby, J.M., 2014. Traditional vs modern: role of breed type in determining enteric methane emissions from cattle grazing as part of contrasting grassland-based systems. *PLoS ONE*, 9 (9), e107861.

Fulkerson, W.J., Neal, J.S., Clark, C.F., Horadagoda, A., Nandra, K.S., Barchia, I., 2007. Nutritive value of forage species grown in the warm temperate climate of Australia for dairy cows: Grasses and legumes. *Livest. Sci.*, 107 (2-3), 253-264.

Gastal, F., Nelson, C.J., 1994. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. *Plant Physiol.*, 105, 191-197.

Gere, J.I., Gratton, R., 2010. Simple, low-cost flow controllers for time averaged atmospheric sampling and other applications. *Latin. Am. Appl. Res.*, 40, 377- 381.

Girardi-Deiro, A.M., Gonçalves, J.O.N., Gonzaga, S.S., 1992. Campos naturais nos diferentes tipos de solo no Município de Bagé, RS. 2: Fisionomia e composição florística. *Theringia*, 42, 55-79 (in Portuguese).

Gonçalves, E.N., Carvalho, P.C.F., Silva, C.E.G., Santos, D.T.; Diaz, J.A.Q., Baggio, C., Nabinger, C., 2009. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: padrões de desfolhação e seleção de dietas. *Braz. J. Anim. Sci.*, 38, 611-617 (in Portuguese).

Hammond, K.J., Burke, J.L., Koolaard, J.P., Muetzel, S., Pinares-Patiño, C.S., Waghorn, G.C., 2013. Effects of feed intake on enteric methane emissions from sheep fed fresh white clover (*Trifolium repens*) and perennial ryegrass (*Lolium perenne*) forages. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 179, 121-132.

Harper, L.A., Denmead, O.T., Freney, J.R., Byers, F.M., 1999. Direct measurements of methane emissions from grazing and feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, 77, 1392-1401.

Hodgson, J., 1990. *Grazing Management: Science Into Practice*, Harlow, Essex.

Hoffmann, A., Moraes, E.H.B.K., Claudio Mousquer, J., Simioni, T.A., Junior Gomes, F., Ferreira, V.B., Silva, H.M., 2014. Produção de bovinos de corte no sistema de pasto-suplemento no período seco. *Nativa Agric. Environ. Res.*, 2 (2), 119-130 (in Portuguese).

Johnson, D. E., Hill, T. M., Ward, G. M., Johnson, K. A., Branine, M. E., Carmean, B. R., Lodman, D. W., 1993. Ruminants and other animals, in: Khalil, M. A. K., (Ed.), *Atmospheric, methane: sources, sinks, and role in global change*. Springer-Verlag, Berlin, pp.219–229.

Johnson, K., Huyler, M., Westberg, H., Lamb, B., Zimmerman, P., 1994. Measurement of methane emissions from ruminant livestock using a SF<sub>6</sub> tracer technique. *Environ. Sci. Technol.*, 28, 359-362.

Kebreab, E., Johnson, K.A., Archibeque, S.L., Pape, D., Wirth, T., 2008. Model for estimating enteric methane emissions from United States dairy and feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, 86, 2738-2748.

Klingman, D.L., Miles, S.R., Mott, G.O., 1943. The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. *J. Soc. Agron.*, 35, 739-746.

Lassey, K.R., Pinares-Patiño, C.S., Martin, R.J., Molano, G., McMillan, A.M.S., 2011. Enteric methane emission rates determined by the SF6 tracer technique: Temporal patterns and averaging periods. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 166-167, 183-191.

Lemaire, G., Agnusdei, M., 2000. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization, in: Lemaire, G., Hodgson, J., Moraes, A., Nabinger, C., Carvalho, P.C.F. (Eds.), *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. CAB International, 355–376.

Lobato, J.F.P., Freitas, A.K., Devincenzi, T., Cardoso, L.L., Tarouco, J.U., Vieira, R.M., Dillenburg, D.R., Castro, I., 2014. Brazilian beef produced on pastures: Sustainable and healthy. *Meat Sci.*, 98, 336-345.

Maraschin, G.E., 2009. Manejo do campo nativo, produtividade animal, dinâmica da vegetação e adubação de pastagens nativas do sul do Brasil, in: Pillar, V.P., Müller, S.C., Castilhos, Z.M.S., Jacques, A.V.A. (Eds.), *Campos Sulinos Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 248-259 (in Portuguese).

- Nabinger, C., Moraes, A., Maraschin, G.E., 2000. Campos in Southern Brazil. In: Lemaire, G., Hodgson, J., Moraes, A., Nabinger, C., Carvalho, P.C.F. (Eds.), *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. CAB International, 355–376.
- Overbeck, G.E., Müller, S.C., Fidelis, A., Pfadenhauer, J., Pillar, V.D., Blanco, C.C., Boldrini, I.I., Both, R., Forneck, E.D., 2007. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. *Plant Ecol. Evol. Systematics*, 9 (2), 101-116.
- Ramankutty, N., Evan, A.T., Monfreda, C., Foley, J.A., 2008. Farming the planet: 1. Geographic distribution of global agricultural lands in the year 2000. *Glob. Biogeochem. Cycles*, 22, GB1003.
- Rearte, D.H., Pordomingo, A.J., 2014. The relevance of methane emissions from beef production and the challenges of the Argentinean beef production platform. *Meat Sci.*, 98 (3), 355-360.
- Reisinger, A., Havlik, P., Riahi, K., Van Vliet, O., Obersteiner, M., Herrero, M., 2012. Implications of alternative metrics for global mitigation costs and greenhouse gas emissions from agriculture. *Climatic Change*, 117 (4), 677-690.
- Salton, J.C., Mercante, F.M., Tomazi, M., Zanatta, J.A., Concenço, G., Silva, W.M., Retore, M., 2014. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 190, 70-79.
- 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 de doutorado, Porto Alegre, Rio Grande do Sul (in Portuguese).

Sauvant, D., Eugène, M., Giger-Reverdin, S., Archimède, H., Doreau, M., 2014. Relationship between CH<sub>4</sub> and urinary N outputs in ruminants fed forages: a meta-analysis of the literature. *Anim. Prod. Sci.*, 54, 1423-1427.

Savian, J.V., Barth Neto, A., David, D.B., Bremm, C., Schons, R.M.T., Genro, T.C.M., Amaral, G.A., Gere, J., McManus, C.M., Bayer, C., Carvalho, P.C.F., 2014. Grazing intensity and stocking methods on animal production and methane emission by grazing sheep: Implications for integrated crop–livestock system. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 190, 112-119.

Silva, C.C.F., Bonomo, P., Pires, A.J.V., Maranhão, C.M.A., Patês, N.M.S., Santos, L.C., 2009. Características morfogênicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. *Braz. J. Anim. Sci.*, 38 (4), 657-661 (in Portuguese).

Silveira, V.C.P., Vargas, A.F.C., Oliveira, J.O.R., Gomes, K.E., Motta, A.F., 2005. Qualidade da pastagem nativa obtida por diferentes métodos de amostragem e em diferentes solos na Apa do Ibirapuitã, Brasil. *Ciência Rural*, 35 (3), 582-588 (in Portuguese).

Silveira, V.C.P., Velho, J.P., Vargas, A.F.C., Genro, T.C.M., Haygert-Velho, I.M.P., 2006. Parâmetros nutricionais da pastagem natural em diferentes tipos de solos na APA do Ibirapuitã, Rio Grande do Sul – Brasil. *Ciência Rural*, 36 (6), 1896-1901 (in Portuguese).

Tothill J.C., Hargreaves J.N.G., Jones R.M., McDonald C.K., 1992. BOTANAL— a comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. 1. Field sampling. *Trop. Agron.*, 78, 24p.

Van Soest, P.J., 1994. Nutricional Ecology Of The Ruminant, second ed. Ithaca, New York.

Van Soest, P.J.; Robertson, J.B., 1985. Analysis Of Forage And Fibrous Food – A Laboratories Manual For Animal Science. Ithaca.

Wilm, H.G., Costello, D.F., Klipple, G.E., 1944. Estimating forage yield by the double sampling method. J. Am. Soc. Agron., 36, 194-203.

Yan, T., Porter, M.G., Mayne, C.S., 2009. Prediction of methane emission from beef cattle using data measured in indirect open-circuit respiration calorimeters. Animal, 3 (10), 1455-1462.



**Capitulo III**  
**Comportamento espaço-temporal de bovinos de corte em  
pastagem natural <sup>4</sup>**

---

<sup>4</sup>Artigo elaborado conforme as normas da revista Applied Animal Behaviour Science (Apêndice 2)

### **Comportamento espaço-temporal de bovinos de corte em pastagem natural**

**Resumo:** O estudo foi realizado em área pertencente a Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS, com o objetivo de avaliar o comportamento espaço-temporal de novilhos de corte em pastagem natural (CN), pastagem natural fertilizada com nitrogênio (CNA) e pastagem natural fertilizada com nitrogênio e sobressemeada com espécies hibernais exóticas *Lolium multiflorum* e *Trifolium pratense*. Foram utilizados novilhos da raça Hereford em pastoreio contínuo com lotação variável para atingir oferta diária de 12 kg MS 100 kg PV<sup>-1</sup> (12% PV). As avaliações foram feitas na primavera de 2013, outono e primavera de 2014. GPSs foram colocados para marcar a localização e deslocamento dos animais, e avaliações visuais das atividades dos animais foram feitas a cada 10 minutos, do nascer ao pôr-do-sol, durante 2 dias consecutivos em cada época. Os dados foram analisados com ajuda do pacote adehabitatLT e nlme no programa R (R Core Team, 2014). Animais em CN passaram mais tempo em atividade de pastejo (71%) do que aqueles em CNA (63%) e CNM (64%), e durante as épocas, menor atividade de pastejo foi observada na primavera de 2013 (62%) em comparação com outono de 2014 (67%) e primavera de 2014 (68%). Para as variáveis tempo em ruminação e em outras atividades não houve diferença nem para tratamentos nem para época de avaliação. Maior deslocamento em pastejo foi observado durante as primaveras de 2013 e 2014 comparadas com o outono de 2014, sem diferença para os tratamentos. Animais mantidos em pastagem nativa passam maior tempo em atividade de pastejo que animais mantidos em CNA e CNM, e a época do ano afeta mais o deslocamento dos animais que o uso de insumos.

**Palavras-chave:** bioma Pampa, consumo de forragem, deslocamento, pastejo, ruminantes, seleção de dieta

## 1 INTRODUÇÃO

Há alguns anos pesquisadores de todo o mundo vêm tentando entender melhor as diretrizes que regem o comportamento alimentar de ruminantes mantidos em pastagens. O conhecimento destes fatores pode melhorar o uso de práticas de manejo, possibilitando melhores respostas produtivas animais e vegetais (Oltjen & Gunter, 2015).

Sabe-se que o comportamento alimentar que rege a seleção de determinada porção da forragem disponível para o animal é a apreensão de material que possui melhor qualidade nutritiva, ou seja, a folha, garantindo assim o aporte de nutrientes necessário para a manutenção e produção do animal (Benvenuti et al., 2006). No entanto, em ambientes heterogêneos, onde a gama de opções disponíveis para os ruminantes é bastante variada, entender como o animal é capaz de observar essa variedade de espécies vegetais, e assim optar por aquelas que lhe trarão maiores benefícios se torna mais difícil.

Diariamente, ruminantes enfrentam um desafio que é como e onde coletar seu alimento de modo eficiente, e isso de forma especial em ambientes heterogêneos, onde o suprimento alimentar pode variar enormemente, tanto de acordo com a época do ano como com o *Patch* (Ginane et al., 2015). Essas decisões poderão proporcionar diferenças nos padrões temporais e espaciais dos animais na pastagem (Fortin et al., 2015), como por exemplo, o tempo gasto diariamente em pastejo e a distância percorrida por dia.

As características estruturais do pasto como a massa e a altura do pasto e a presença de touceiras têm sido consideradas por afetarem o comportamento dos animais (Carvalho et al., 2001; Bremm et al., 2012).

Trindade et al. (2012) observaram que quanto maior a massa de forragem, menos tempo de pastejo foi observado em novilhas de corte em pastagem natural, e o tempo de pastejo apresentou menores valores quando a presença de touceiras na pastagem foi de até 30%.

De acordo com Villalba et al. (2015), um dos principais fatores que rege a escolha dos animais, são experiências passadas que o animal possui com determinado alimento, ou seja, características bioquímicas de determinada planta, tal como o teor de nutrientes ou a presença de metabólitos secundários podem influenciar na preferência do animal por determinada espécie vegetal. Desta forma, o animal seria capaz de ter memória alimentar onde, espécies que trouxeram algum tipo de desconforto ou até mesmo dano ao metabolismo, são evitadas no momento da seleção forrageira. Vale lembrar também que estes padrões de escolha podem mudar de acordo com a refeição, de refeição para refeição, dia a dia e dependendo também da época do ano (Provenza et al., 2015).

Pesquisadores têm utilizado nos últimos anos sistemas de georreferenciamento global (GPS) como ferramenta para auxiliar no estudo de como os animais se movimentam dentro da pastagem, e desta forma tentar compreender melhor o comportamento dos animais em pastejo (Schletch et al., 2006; Aharoni et al., 2009; Askar et al., 2013; Dolev et al., 2014; Larson-Praplan et al., 2015). A utilização desta ferramenta juntamente com outras como pacotes e programas estatísticos, gravações de áudio das atividades dos animais dentre outras tem se tornado muito úteis e facilitado o entendimento das inter-relações planta-animal nos ambientes pastoris.

Assim, objetivou-se avaliar o comportamento espaço-temporal de bovinos de corte em pastagem natural submetida a diferentes níveis de intensificação. A hipótese era de que a inclusão de insumos na pastagem tais como fertilizante nitrogenado e espécies hibernais exóticas alteram a estrutura do pasto, o que, conseqüentemente, modifica o comportamento ingestivo e espacial dos animais.

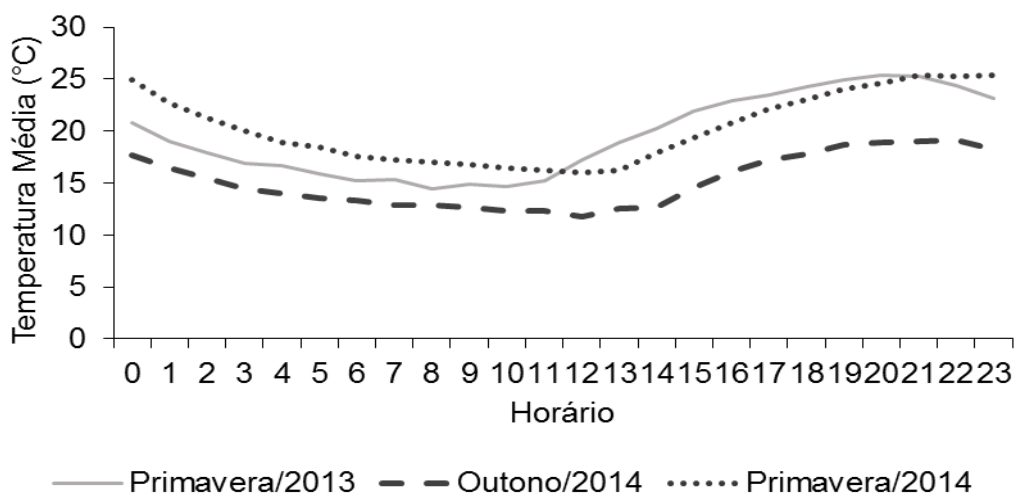
## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local e condições edafo-climáticas do experimento**

O estudo foi realizado em área pertencente a Embrapa Pecuária Sul, localizada no município de Bagé, Rio Grande do Sul, na região fisiográfica da Campanha. As coordenadas são: 31°19'51" S de latitude, 54°06'25" W de longitude e 212 metros de altitude.

O solo da área escolhida para abrigar os tratamentos é da classe LUVISSOLO Háptico Pálico abrupto (EMBRAPA, 1999).

Dados meteorológicos de temperatura (Figura 1) e de radiação solar (Figura 3c), foram obtidos através de estação meteorológica automática pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada próxima da área de estudo.



**Figura 1.** Temperaturas médias observadas durante os dias de avaliação de comportamento dos animais.

## 2.2 Tratamentos e delineamento experimental

A área total utilizada era de 61 ha, subdividida em 9 piquetes de aproximadamente 7 ha cada. A vegetação da área era composta por campo natural, o qual se caracteriza pela heterogeneidade de espécies.

Nos piquetes foram testados diferentes graus de intensificação no uso de campo natural que são: campo natural (CN), campo natural melhorado por fertilização (CNA) e campo natural melhorado por fertilização e introdução de espécies hibernais exóticas (CNM). As espécies utilizadas foram azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) e trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.). De 1999 a 2004, a área era usada para testar épocas de diferimento na produção animal por área e na composição florística do campo natural.

Os tratamentos foram implantados na área em 2005. Desde então, anualmente, foram aplicados 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N) na forma de ureia no outono e 50 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de ureia na primavera em todos os piquetes

dos tratamentos CNA e CNM. A cada dois anos, no outono, se aplica 54 kg N e 138 kg P na forma de fosfato diamônio (DAP) ao invés de ureia. No ano de 2013, a aplicação de DAP foi feita dia 12 de junho e a de ureia no dia 10 de dezembro.

A semeadura do trevo vermelho (8 kg ha<sup>-1</sup>) e do azevém (25 kg ha<sup>-1</sup>) no tratamento CNM foi realizado no mês de abril de 2005, e a ressemeadura das mesmas foi realizada quando a frequência destas espécies se encontrava baixa nos piquetes, ou seja, quando a contribuição destas espécies era inferior a 15% da área. As sementes de trevo vermelho foram inoculadas com *Rhizobium* específico e peletizadas com calcário dolomítico extrafino.

De 2005 a 2009, o campo foi utilizado para recria de fêmeas de corte da raça Brangus, do desmame aos 24 meses, com oferta diária de forragem de 12 kg de matéria seca para cada 100 kg de peso vivo, em método de pastoreio contínuo com lotação variável, utilizando-se os mesmos tratamentos avaliados no presente trabalho, CN, CNA e CNM. De 2010 até julho de 2012, foi realizada apenas manutenção dos tratamentos com ajuste de carga para manter a oferta diária de forragem preconizada.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três repetições de área. Foram avaliados os três tratamentos, CN, CNA e CNM durante a primavera de 2013, outono e primavera de 2014.

### **2.3 Composição florística**

A fisionomia da região foi descrita por Girardi-Deiro et al. (1992), como campo natural misto, onde ocorrem boas espécies forrageiras (*Axonopus affinis*, *Paspalum notatum*, *P. dilatatum*, *Steinchisma decipiens*, *Mnesithea selloana*,



*Piptochaetium montevidensis*, *Desmodium incanum*, *Stylosanthes* ssp, *Trifolium polymorphum* e outras) concomitantemente com espécies grosseiras e arbustivas tais como *Eryngium* spp., *Baccharis ochracea*, *B. coridifolia* e *Eupatorium buniifolium*.

Na Tabela 1 são apresentadas as principais espécies encontradas e sua contribuição na massa de forragem total da área durante avaliação feita no ano de 2013. A composição botânica da área experimental foi realizada através do método BOTANAL (Tothill et al. 1992). Os inventários de campo foram realizados entre os dias 06 a 10 de maio (outono) e de 30 de outubro a 02 de novembro (primavera) de 2013.

**Tabela 1.** Contribuição das principais espécies encontradas na área experimental (kg MS ha<sup>-1</sup>) baseado em levantamento florístico feito nas estações de outono e primavera de 2013.

Espécie	CN	CNA	CNM
Outono			
<i>Axonopus affinis</i>	401 (8,93)	643 (11,53)	706 (15,21)
<i>Axonopus argentinus</i>	115 (2,55)	363 (6,5)	262 (5,66)
<i>Eragrostis plana ness</i>	1530 (34,11)	1426 (25,57)	1003 (21,60)
<i>Eryngium horridum</i>	218 (4,87)	498 (8,92)	170 (3,67)
<i>Lolium multiflorum</i>	-	1 (0,02)	16 (0,35)
Material morto	266 (5,92)	259 (4,65)	138 (2,97)
<i>Paspalum notatum</i>	325 (7,24)	216 (3,87)	722 (15,56)
<i>Schizachyrium microstachyum</i>	346 (7,72)	62 (1,11)	6 (0,13)
<i>Sporobolus indicus</i>	158 (3,53)	667 (11,95)	352 (7,60)
<i>Trifolium pratense</i>	-	-	0,91 (0,02)
Outras	1127 (25,13)	1446 (25,88)	1266 (27,23)
Massa forragem total	4485	5579	4644
Primavera			
<i>Axonopus affinis</i>	405 (14,14)	378 (11,59)	407 (17,42)
<i>Cynodon dactilon</i>	2 (0,07)	301 (9,22)	19 (0,82)
<i>Eragrostis plana ness</i>	862 (30,13)	867 (26,56)	439 (18,78)
<i>Holcus lanatus</i>	1 (0,04)	42 (1,29)	196 (8,37)

<i>Lolium multiflorum</i>	0,96 (0,03)	41 (1,26)	301 (12,89)
Material Morto	330 (11,53)	286 (8,75)	39 (1,65)
<i>Paspalum notatum</i>	136 (4,74)	147 (4,49)	154 (6,59)
<i>Saccharum angustifolium</i>	134 (3,97)	36 (1,09)	155 (6,62)
<i>Sporobolus indicus</i>	61 (2,14)	189 (5,78)	41 (1,77)
<i>Trifolium pratense</i>	-	-	0,12 (0,01)
Outras	932 (33,21)	979 (29,97)	586 (25,08)
Massa forragem total	2861	3265	2336

Valores entre parênteses referem-se ao percentual de cada espécie na massa total por hectare.

## 2.4 Animais

Em agosto de 2012, novilhos da raça Hereford com idade média de 10 meses e peso vivo médio de  $172 \pm 27$  kg foram introduzidos na área. O método de pastoreio utilizado foi o contínuo com lotação variável, com três animais testes por piquete, nove por tratamento, e animais reguladores suficientes para manter a intensidade de pastejo preconizada de 12 quilos de matéria seca para cada 100 quilos de peso vivo (12% PV), durante todo o período experimental.

Em julho de 2014, houve a troca dos animais testes, uma vez que os animais atingiram as conformações para abate. O novo lote de animais era da raça Hereford, com idade média de 9 meses e peso médio de 224 kg. O número de animais testes por tratamento se manteve igual, três animais por piquete e 9 animais por tratamento.

## 2.5 Manejo sanitário dos animais

Os animais receberam vermífugo para parasitas internos e externos no momento da entrada nos piquetes, no início do experimento. Na ocasião das

pesagens era feita coleta de fezes para realização de OPG, e caso houvesse aparecimento de ovos acima do normal era feita nova vermifugação dos animais. Os animais foram vacinados para febre aftosa, clostridiose e carbúnculo.

## **2.6 Avaliação do comportamento espaço-temporal**

Durante a primavera de 2013 e 2014 (5 a 14 de novembro de 2013 e 4 a 15 de novembro de 2014) e outono de 2014 (7 a 21 de maio de 2014) foram realizadas as avaliações de comportamento dos animais. As avaliações foram feitas com auxílio de equipamento registrador de sistema de posicionamento global (GPS marca Garmin™, modelo eTrex® HC series) que foram colocados nos animais testes para marcar as coordenadas em que os animais se encontravam a cada 10 minutos, e foi feita observação visual, também a cada 10 minutos, das atividades dos animais (pastejo, ruminação e outras atividades), com um observador por piquete. As observações visuais foram feitas do nascer ao pôr do sol (6h30min – 20h10min na primavera 2013/2014 e 7h00min – 18h10min no outono 2014).

O número médio de animais por piquete durante as avaliações foi para CN de oito, três e quinze, para CNA de treze, três e 22 e para CNM de quinze, três e 22 para as estações primavera de 2013, outono de 2014 e primavera 2014, respectivamente.

As avaliações em cada estação foram divididas em três etapas de dois dias cada, sendo que em cada etapa foram avaliados no total 9 animais, três de cada tratamento. Assim, os GPS eram colocados nos animais na tarde anterior ao início das avaliações visuais e retirados na manhã seguinte ao

segundo dia de avaliação visual. Após, foi realizado o descarregamento dos dados com auxílio do programa BaseCamp®, feita a troca das baterias e iniciava-se o processo de colocação dos colares de GPS no grupo de animais seguintes, seguindo o mesmo processo. Quando havia ocorrências de chuva, devido à dificuldade em realizar a avaliação visual e a diminuição da precisão dos GPSs, a avaliação era adiada até um dia sem pluviosidade. Os GPS registraram informações da latitude, longitude, dia, hora e outras informações de satélite.

## **2.7 Análise dos dados**

Um total de 16.992 posições válidas foram utilizadas para as análises de deslocamento dos animais. As posições válidas foram consideradas aquelas que marcavam pelo menos 24 horas de coordenadas da localização dos animais, uma vez que alguns GPS apresentaram mau funcionamento durante a avaliação e não conseguiram registrar os dados durante todo o período. Deste total, 8.998 posições tinham também as avaliações visuais das atividades dos animais. Cada par de registros sequenciais para cada animal durante cada estação era um segmento representando um vetor de movimento. O arquivo resultante incluía coordenadas em UTM, atividade, dia e hora e foi lido no R (R Core Team 2014) e transformado em uma lista de trajetórias usando o pacote adehabitatLT (Calenge, 2006).

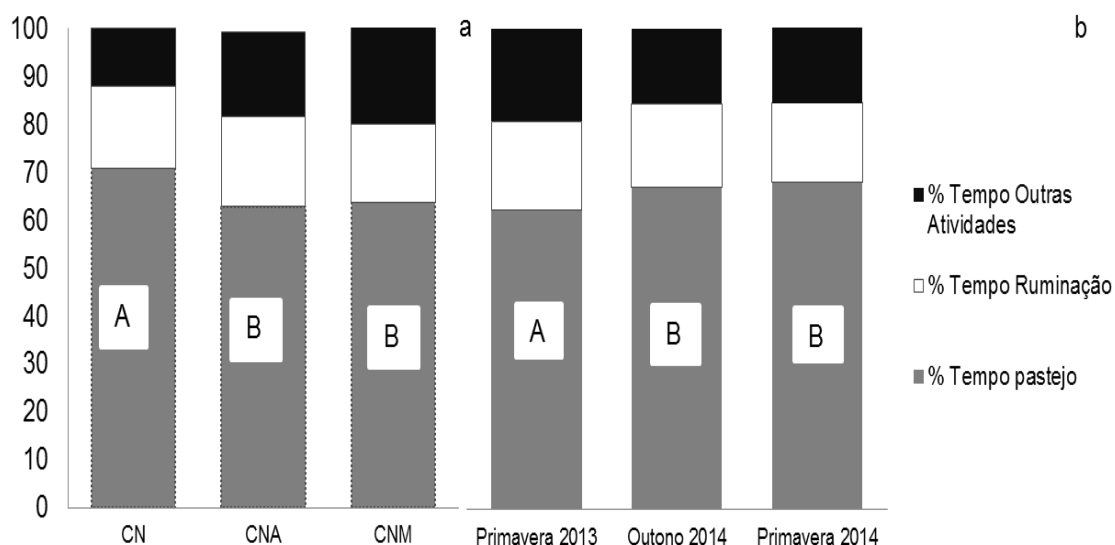
Após, dados referentes a tempo gasto em pastejo, ruminação e outras atividades e distância percorrida em pastejo foram submetidas a análise de variância com o pacote “nlme” para avaliar efeito de tratamento e estação do ano nestas variáveis, com significância de 5%. A comparação entre médias foi

realizada pelo teste Tukey (R Core Team, 2014). Para a análise dos dados, os tratamentos e as épocas de avaliação foram considerados efeitos fixos e os animais efeito aleatório.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Atividades diárias

Na Figura 1 são mostrados os resultados do tempo gasto nas atividades de pastejo, ruminação e outras atividades (%), durante os dois dias de avaliação visual em campo natural (CN), campo natural melhorado por fertilização (CNA) e campo natural melhorado por fertilização e introdução de espécies híbernas exóticas (CNM) (Figura a), e nas diferentes épocas avaliadas (Figura b). Foi observada diferença na proporção de tempo gasto pelos animais em atividade de pastejo tanto para tratamento ( $P=0,0340$ ) quanto para a estação ( $P=0,0181$ ), sem que houvesse interação dos fatores ( $P=0,4841$ ).



**Figura 2.** Tempo gasto em pastejo, em ruminação e em outras atividades (%) durante os dois dias de avaliação visual em campo natural (CN), campo natural melhorado por fertilização (CNA) e campo natural melhorado por fertilização e introdução de espécies hibernais exóticas (CNM) (Figura a), e nas diferentes épocas avaliadas (Figura b).

Durante o período das observações visuais do comportamento, os animais que estavam no tratamento campo nativo passaram maior parte do tempo em atividade de pastejo, onde foi observado que aproximadamente 71% (aproximadamente 550 minutos) das atividades diurnas destes animais era pastejo (Figura 2a). Para os tratamentos CNA e CNM não teve diferença no tempo de pastejo entre eles, com valores de aproximadamente 63% e 64% (aproximadamente 490 e 500 minutos) do tempo de observação em atividade de pastejo, respectivamente.

Considerando as épocas de avaliação, observamos que na primavera de 2013 os animais gastaram menor parte do dia (em torno de 62% ou 480 minutos) em atividade de pastejo quando comparado com o outono e a primavera de 2014 (Figura 2b), os quais apresentaram valores médios de 67% e 68% do tempo total em pastejo, respectivamente.

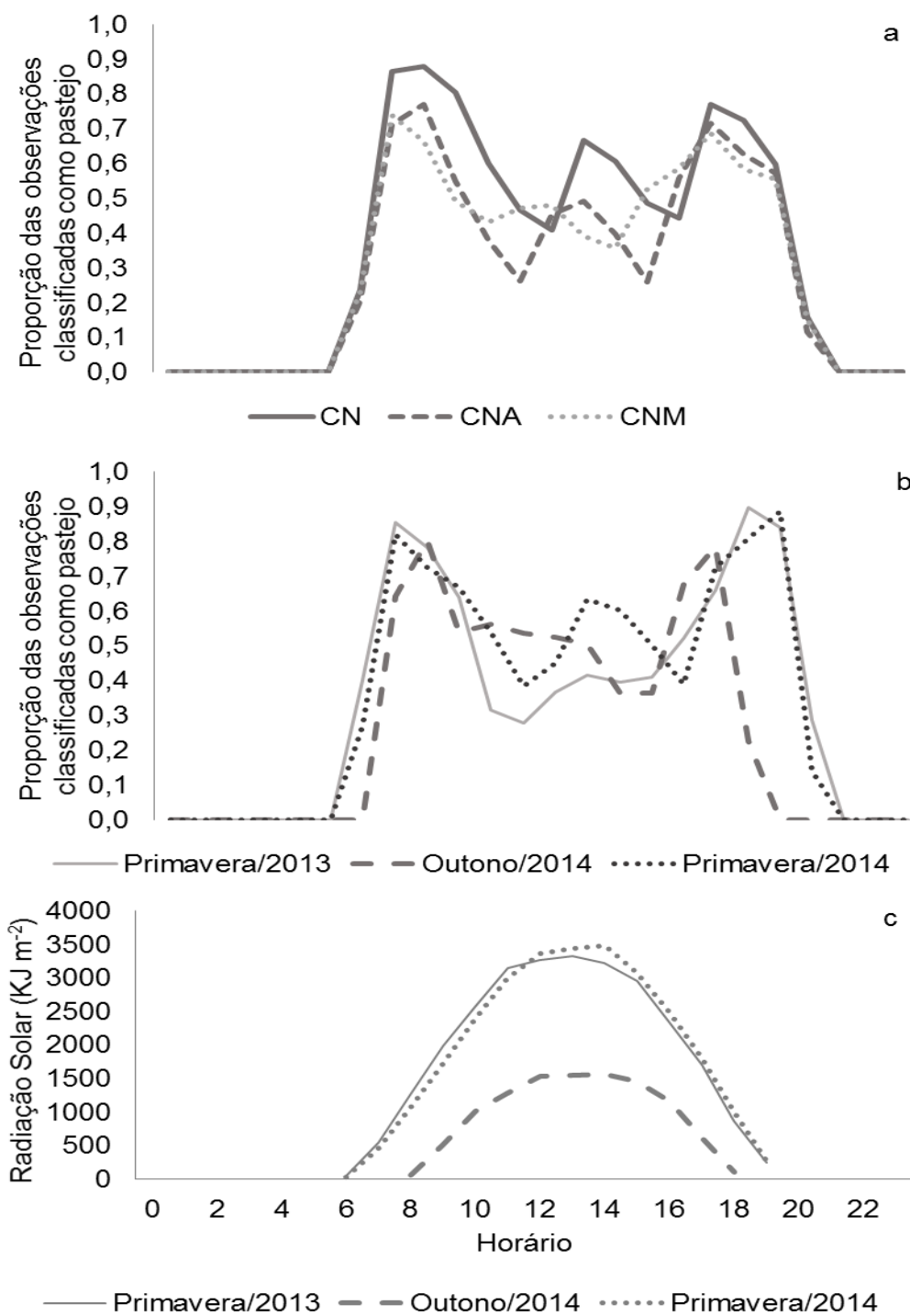
Para a variável proporção do tempo em ruminação não foi observado efeito para tratamento ( $P=0,6735$ ), estação ( $P=0,2288$ ) e não houve interação dos fatores ( $P=0,2495$ ). Com relação aos tratamentos e as estações, os animais passaram aproximadamente 17% do tempo diurno total em ruminação.

No que se refere a outras atividades, as quais incluem ócio, consumo de água e de sal mineral, não foi observada diferença para tratamento ( $P=0,1412$ ), estação ( $P=0,0591$ ) e nem interação dos fatores ( $P=0,1318$ ). Os valores observados nesta variável foram para tratamento de 12, 18 e 21% para campo nativo, campo nativo adubado e campo nativo adubado e melhorado, respectivamente, enquanto que para as diferentes estações as médias foram 19, 15 e 16% do tempo total para a primavera de 2013, outono e primavera de 2014, respectivamente.

### **3.2 Padrão horário das refeições**

Nos animais mantidos na pastagem nativa foi possível observar três refeições claras durante o dia, sendo que a mais longa foi a da manhã (Figura 3a). No tratamento CNA, foi possível observar três picos de refeição, apesar destes picos terem sido menos intensos que aqueles da pastagem nativa.

Com relação as diferentes épocas (Figura 3b), foi possível observar três picos de refeição apenas na primavera de 2014. No outono de 2014 e na primavera de 2013 foram observados dois grandes picos, um no início do dia e o outro próximo do pôr-do-sol, e com pequenas refeições durante o restante do dia. Os picos de pastejo dos animais durante o outono iniciaram mais tarde pela manhã, perto das 7 horas, e terminaram mais cedo a noite, cerca das 19 horas.



**Figura 3.** Distribuição da atividade de pastejo durante o dia de acordo com os tratamentos (a) e as épocas avaliadas (b), e a radiação solar média (c) durante os dias de avaliação nas diferentes épocas.



### 3.3 Deslocamento

Na Tabela 2 estão as médias e desvio padrão da distância diária (em metros) percorrida pelos animais em atividade de pastejo nos diferentes tratamentos e estações.

A distância que os animais percorreram no piquete em atividade de pastejo foi influenciada pela estação do ano ( $P < 0,0001$ ), mas não houve efeito do tratamento ( $P = 0,4687$ ) e tampouco interação entre os fatores ( $P = 0,0502$ ). A distância diária média percorrida pelos animais nos diferentes tratamentos foi em torno de 3312 metros. Com relação às estações do ano, os animais caminharam mais durante as duas primaveras avaliadas quando comparadas ao outono (Tabela 2).

**Tabela 2.** Médias e desvio padrão da distância diária (em metros) percorrida pelos animais em atividade de pastejo nos diferentes tratamentos e estações.

	CN	CNA	CNM	Primavera/13	Outono/14	Primavera/14
Distância	3450	3322	3166	4064a	2036b	3840a
Desvio	255	272	251	215	232	210

Médias seguidas por diferentes letras diferem ( $P < 0.05$ ) pelo teste Tukey.

## 4 DISCUSSÃO

O maior tempo observado para os animais no CN em atividade de pastejo ocorreu, provavelmente, devido a maior dificuldade na seleção da dieta neste tratamento em comparação aos tratamentos fertilizados. No presente estudo foi considerado atividade de pastejo não apenas o momento de apreensão da forragem, mas todo o processo de manipulação e busca do alimento, ou seja, o ato do animal caminhar com a cabeça abaixada. Desta

forma, os animais no CN necessitaram de mais tempo para conseguir atingir suas exigências nutricionais diárias que aqueles no CNA e CNM, seja pelo menor valor nutritivo da forragem do CN e/ou pelos animais terem tido maior dificuldade em encontrar fração verde de planta, principalmente folhas verdes, que são as partes preferidas para o consumo de bovinos. Moraes et al. (2014) em um estudo do comportamento ingestivo de bovinos recebendo ou não suplemento, observaram que os animais que não receberam suplemento gastaram maior parte do tempo em atividade de pastejo, corroborando que o tempo em pastejo está relacionado ao atendimento das necessidades nutricionais diárias. Conforme a disponibilidade de forragem diminui, o animal aumenta o tempo gasto em pastejo para compensar a menor taxa de consumo (Baker et al., 1992).

A estrutura do pasto é um dos fatores que influenciam no consumo animal a curto prazo (Carvalho et al., 2007). Gregorini et al. (2009) concluíram em seu estudo que pastagens que permitem melhor acesso a folha pelos animais, podem levar a mesma quantidade de consumo de alimento por dia em menos tempo. Assim, melhores características estruturais do pasto na primavera de 2013 pode ter levado ao menor tempo de pastejo pelos animais nesta época, em comparação às outras épocas avaliadas.

Outro fator que pode ter acarretado no menor tempo de atividade em pastejo durante a primavera de 2013 foi a condição climática nesta época. Este período foi o que apresentou maiores temperaturas médias durante a tarde (Figura 1), o que pode ter feito com que os animais evitassem o pastejo nestes horários mais quentes, e compensando depois em horas mais amenas, como, por exemplo, estendendo o pastejo ao entardecer até as primeiras horas da

noite. Como as atividades visuais foram feitas até o pôr-do-sol, o pastejo noturno dos animais, se ocorreu, não foi computado nas avaliações. Hejcmanová et al. (2009) observaram redução de 1,2% no tempo gasto em pastejo para cada 1°C elevado, em uma escala de 11 a 28 °C.

Os animais não apresentaram diferença entre tratamentos e entre épocas para o percentual de tempo gasto em ruminação e em outras atividades. Apesar da não diferença estatística, os animais do tratamento CNM apresentaram numericamente maior porcentagem do tempo em outras atividades quando comparados com aqueles do CN (20,82 e 12,06%, respectivamente). Demonstrando que os animais no CNM podem ter tido maior tempo durante o dia para outras atividades. Este mesmo tratamento não apresentou um pico claro de pastejo durante os horários mais quentes do dia, horário no qual os animais passaram mais tempo ruminando ou em outras atividades. Larson-Praplan et al. (2015) observaram que as duas principais causas que afetam o padrão de pastejo diário são as características da forragem e a temperatura, de modo que altas temperaturas ao meio dia e a tarde limitaram o pastejo entre os dois principais picos, e que quando altas temperaturas são registradas, o pico ao entardecer inicia mais tarde.

O consumo total de forragem ao longo do dia em ruminantes é distribuído em refeições discretas e periódicas (Gregorini et al., 2013). Independente da época do ano, os maiores picos de pastejo ocorrem durante o amanhecer e o entardecer, e de acordo com Gregorini et al. (2012) o pico durante o entardecer é mais intenso e com maior duração. A falta de um terceiro pico claro de refeição durante o outono pode ter ocorrido devido aos animais

estenderem mais as refeições em situações onde os dias são mais curtos, tentando maximizar o tempo de pastejo durante as horas de luz (Gregorini et al., 2013).

A menor distância caminhada pelos animais durante o outono pode ser uma estratégia para economizar energia (Schlecht et al., 2006), uma vez que nesta época do ano a quantidade e a qualidade de forragem encontram-se reduzidas. Durante a primavera as condições são mais favoráveis para o crescimento e o desenvolvimento das plantas, assim a oferta de forragem de boa qualidade disponível para os animais é aumentada, permitindo que os animais busquem maiores áreas onde selecionar a dieta, enquanto no outono ocorre o inverso. De fato, quanto maior é a restrição ao consumo, menor é a seletividade do animal (Utsumi et al., 2009). WallisDeVries (1996) afirmou que um grupo de animais pastejam um mesmo *Patch* e mudam para o seguinte quando o grau de depleção do mesmo atinge grau suficiente para garantir os custos energéticos com a mudança de lugar. Em vista disto, durante a primavera pode ser que essa mudança seja compensada em menor tempo que durante o outono, ou seja, os animais no outono permanecem por mais tempo em determinado *Patch* a fim de aproveitar ao máximo os nutrientes que este tem a oferecer, e apenas quando estes diminuem severamente as opções, os animais mudam para um *Patch* mais distante. Aharoni et al. (2009) observaram menor deslocamento de vacas conforme a qualidade da forragem diminui, e concluíram que os animais são capazes de adequarem seu comportamento ingestivo às condições do ambiente.

## 5.CONCLUSÕES

A utilização de insumos na pastagem natural afeta o comportamento ingestivo dos animais, uma vez que eles passam menos tempo em atividade de pastejo que animais mantidos em pastagem natural sem adição de insumos.

A época do ano afetou mais o deslocamento dos animais na pastagem do que a inclusão de insumos.

## 6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aharoni, Y., Henkin, Z., Ezra, A., Dolev, A., Shabtay, A., Orlov, A., Yehuda, Y., Brosh, A., 2009. Grazing behavior and energy costs of activity: A comparison between two types of cattle. *J. Anim. Sci.*, 87, 2719-2731.

Askar, A.R., Gipson, T.A., Puchala, R., Tesfai, K., Detweiler, G.D., Asmare, A., Keli, A., Sahlu, T., Goetsch, A.L., 2013. Effects of stocking rate and physiological state of meat goats grazing grass/forb pastures on forage intake, selection, and digestion, grazing behavior, and performance. *Livest. Sci.*, 154, 82–92.

Baker, B.B., Bourdon, R.M., Hanson, J.D., 1992. FORAGE: a model of forage intake in beef cattle. *Ecol. Model.*, 60, 257-279.

Benvenuti, M.A., Gordon, I.J., Poppi, D.P., 2006. The effect of the density and physical properties of grass stems on the foraging behaviour and instantaneous intake rate by cattle grazing an artificial reproductive tropical sward. *Grass Forage Sci.*, 61, 272–281.

Bremm, C., Laca, E.A., Fonseca, L., Mezzalira, J.C., Elejalde, D.A.G., Gonda, H.L., Carvalho, P.C.F., 2012. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 141, 108– 116.

Calenge C., 2006. The package 'adehabitat' for the R software: a tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecol. Model.*, 197, 516–519.

Carvalho, P. C. F., Kozloski, G. V., Ribeiro Filho, H. M. N., Reffatti, M. V., Genro, T. C. M., Euclides, V. P. B., 2007. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. *Braz. J. Anim. Sci.*, 36, 151-170 (in Portuguese).

Carvalho, P.C.F., Ribeiro Filho, H.M.N., Poli, C.H.E.C., Moraes, A., Delagarde, R., 2001. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: MATTOS, W. R.S. (Org.). *Anais da XXXVIII Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Piracicaba, 2001, 1, 853-871 (in Portuguese).

Dolev, A., Henkin, Z., Brosh, A., Yehuda, Y. Ungar, E. D., Shabtay, A., Aharoni, Y., 2014. Foraging behavior of two cattle breeds, a whole-year study: II. Spatial distribution by breed and season. *J. Anim. Sci.*, 92, 758-766.

EMBRAPA, 1999. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: EMBRAPA. Rio de Janeiro. 412 p (in Portuguese).

Fortin, D., Merkle, J.A., Sigaud, M., Cherry, S.G., Plante, S., Drolet, A., Labrecque, M., 2015. Temporal dynamics in the foraging decisions of large herbivores. *Anim. Prod. Sci.*, 2015, 55, 376-383.

Ginane, C., Bonnet, M., Baumont, R., Revell, D.K., 2015. Feeding behaviour in ruminants: a consequence of interactions between a reward system and the regulation of metabolic homeostasis. *Anim. Prod. Sci.*, 2015, 55, 247–260.

Gonçalves, E.N., Carvalho, P.C.F., Silva, C.E.G., Santos, D.T.; Diaz, J.A.Q., Baggio, C., Nabinger, C., 2009. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: padrões de desfolhação e seleção de dietas. *Braz. J. Anim. Sci.*, 38, 611-617 (in Portuguese).

Gregorini, P., 2012. Diurnal grazing pattern: its physiological basis and strategic management. *Anim. Prod. Sci.*, 52, 416-430.

Gregorini, P., Beukes, P. C., Romera, A. J., Levy, G., Hanigan, M. D., 2013. A model of diurnal grazing patterns and herbage intake of a dairy cow, MINDY: Model description. *Ecol. Model.*, 270, 11– 29.

Gregorini, P., Gunter, S. A., Beck, P. A., Caldwell, J., Bowman, M. T., Coblenz, W. K., 2009. Short-term foraging dynamics of cattle grazing swards with different canopy structures. *J. Anim. Sci.*, 87, 3817-3824.

Hejcmanová, P., Stejskalová, M., Pavlu, V., Hejcman, M., 2009. Behavioural patterns of heifers under intensive and extensive continuous grazing on species-rich pasture in the Czech Republic. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 117, 137–143.

Larson-Praplan, S., George, M.R., Buckhouse, J.C., Laca, E.A. Spatial and temporal domains of scale of grazing cattle. *Anim. Prod. Sci.*, 55, 284–297.

Morais, J.A.S., Queiroz, M.F.S., Kelib, A., Vega, A., Fiorentini, G., Canesin, R.C., Reis, R.A., Berchielli, T.T., 2014. Effect of supplementation frequency on intake, behavior and performance in beef steers grazing Marandu grass. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 189, 63– 71.

Oltjen, J.W., Gunter, S.A., 2015. Managing the herbage utilization and intake by cattle grazing rangelands. *Anim. Prod. Sci.*, 55, 397–410.

Provenza, F.D., Gregorini, P., Carvalho, P.C.F., 2015. Synthesis: foraging decisions link plants, herbivores and human beings. *Anim. Prod. Sci.*, 2015, 55, 411-425.

R Core Team, 2014. 'R: a language and environment for statistical computing.' (R Foundation for Statistical Computing: Vienna) Available at <http://www.R-project.org/>.

Schlecht, E., Hiernaux, P., Kadaouré, I., Hülsebusch, C., Mahler, F., 2006. A spatio-temporal analysis of forage availability and grazing and excretion behaviour of herded and free grazing cattle, sheep and goats in Western Niger. *Agr. Ecosyst. Environ.*, 113, 226–242.

Trindade, J.K., Pinto, C.E., Neves, F.P., Mezzalira, J.C., Bremm, C., Genro, T.C.M., Tischler, M.R., Nabinger, C., Gonda, H.L., Carvalho, P.C.F., 2012. Forage Allowance as a Target of Grazing Management: Implications on Grazing Time and Forage Searching. *Rangeland Ecol. Manage.*, 65(4):382-393.

Utsumi, S. A, Cangiano, C. A., Galli, J. R., McEachern, M. B., Demment, M. W., Laca, E. A., 2009. Resource heterogeneity and foraging behaviour of cattle across spatial scales. *BMC Ecol.*, 9, 9, 10p.

Villalba, J.J., Provenza, F.D., Catanese, F., Distel, R.A., 2015. Understanding and manipulating diet choice in grazing animals. *Anim. Prod. Sci.*, 2015, 55, 261-271.



## **CAPÍTULO IV**

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresenta um avanço na pesquisa por ser o primeiro com dados sobre emissão de metano de bovinos de corte em pastagem natural. No entanto, muito ainda precisa ser feito para se entender quais mecanismos atuam interferindo neste parâmetro, e como um simples manejo da pastagem pode ajudar a mitigar as emissões de gases de efeito estufa.

No capítulo 2 desta tese foi observado que a inclusão de insumos tais como fertilizantes nitrogenados na pastagem não afeta a emissão total de metano pelos animais. No entanto quando expressamos essas emissões por quilo de ganho de peso, este cenário muda, com considerável redução da emissão ao longo do ano, principalmente se considerarmos o maior desempenho dos animais, e com isso estes alcançam peso de abate mais cedo, o que caracterizaria menor emissão de metano por animal em um ciclo de “vida útil”, ou seja, do nascimento ao abate. Vale lembrar que aqui estamos considerando apenas as emissões pelos animais, e que para afirmar o possível papel mitigador da inclusão destes insumos, avaliações das emissões pelo solo de outros gases de efeito estufa, tais como o óxido nitroso, devem ser feitas em estudos futuros a fim de se afirmar a maior ou menor emissão de gases de efeito estufa por quilo de produto produzido quando há a inclusão destes insumos, ou seja, deve ser estudada a dinâmica dos gases de efeito estufa nesse sistema de produção.

No terceiro capítulo da presente tese foi estudado o comportamento espaço-temporal dos animais e observou-se que estes alteram seu comportamento ingestivo de acordo com as condições do ambiente com o objetivo de maximizar o consumo de nutrientes com o menor gasto energético possível. Mas ainda é preciso avançar muito no estudo da seleção de dieta dos animais, principalmente em ambientes diversos e heterogêneos como a pastagem natural, e sobre o que leva os animais a escolherem determinadas espécies em detrimento de outras.

Pouco se sabe ainda sobre o valor nutritivo das espécies que compõe a pastagem nativa, e uma vez que a composição química das plantas pode influenciar na quantidade de metano emitida pelos animais, o maior conhecimento das características nutritivas bem como do potencial de emissão de metano das diferentes espécies e de como os animais selecionam sua dieta em relação à espécies, poderia auxiliar a traçar estratégias para mitigar a emissão de gases de efeito estufa sem com isso reduzir a produtividade e lucratividade do sistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGREIL, C.; MEURET, M. An improved method for quantifying intake rate and ingestive behaviour of ruminants in diverse and variable habitats using direct observation. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.54, p.99–113, 2004.

AGUINAGA, A.J.Q. **Caracterização de Sistemas de produção de bovinos de corte na região da campanha do estado do Rio Grande do Sul**. 2004. 150f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

ALLEN, V.G. et al. An international terminology for grazing lands and grazing animals. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.66, p.2-28, 2011.

ANDREATTA, T. **Bovinocultura de corte no Rio Grande do Sul: um estudo a partir do perfil dos pecuaristas e organização dos estabelecimentos agrícolas**. 2009. 241f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

BALDI, G.; GUERSCHMAN, J.P.; PARUELO, J.M. Characterizing fragmentation in temperate South America grasslands. **Agriculture, Ecosystems & Environmental**, Amsterdam, v.116, p.197-208, 2006.

BERTOL, I. et al. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem numa pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.5, p.779-786, 1998.

BOLDRINI, I. I. et al. **Bioma Pampa: diversidade florística e fisionômica**. Porto Alegre: Pallotti, 2010. 64p.

BRAMBILLA, D.M. et al. Impact of nitrogen fertilization on the forage characteristics and beef calf performance on native pasture overseeded with ryegrass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.3, p.528-536, 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília, 2000. 40 p.

BREMM, C., et al. Foraging behaviour of beef heifers and ewes in natural grasslands with distinct proportions of tussocks. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.141, p.108– 116, 2012.

CARVALHO, P.C.F. et al. Challenges and opportunities for livestock production in natural pastures: the case of Brazilian Pampa Biome. In: INTERNATIONAL RANGELAND CONGRESS - Diverse rangelands for a sustainable society, 9, 2011, Rosario. **Proceedings...** [Rosario], 2011, p. 9-15.

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**, Wageningen, v.120, p. 158-162, 2009.

CARVALHO, P.C.F.; SANTOS, D.T.; NEVES, F.P. Oferta de forragem como condicionadora da estrutura do pasto e do desempenho animal. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 2, 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Metropole, 2007. p.23-59

CASTILHOS, Z.M.S. et al. Composição florística de campo nativo sob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 84-86, 2007.

CEZIMBRA, I.M. **Emissão de metano por bovinos sob níveis de oferta de forragem em pastagem nativa do Bioma Pampa**. 2015. 99 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

CHAOKAUR, A. et al. Effects of feeding level on methane emissions and energy utilization of Brahman cattle in the tropics. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.199, p.225–230, 2014.

CONTE, O. et al. Densidade, agregação e frações de carbono de um argissolo sob pastagem natural submetida a níveis de ofertas de forragem por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, p.579-587, 2011.

COSTA, F.P. et al. **Sistema e Custo de Produção de Gado de Corte no Estado do Rio Grande do Sul - Região da Campanha**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2005. (Comunicado Técnico, 95)

DUMONT, B.; CARRÈRE, P.; D'HOOR, P. Foraging in patchy grasslands: diet selection by sheep and cattle is affected by the abundance and spatial distribution of preferred species. **Animal Research**, Les Ulis, v.51, p.367-381, 2002.

ELEJALDE, D.A.G. et al. Quality of the forage apparently consumed by beef calves in natural grassland under fertilization and oversown with cool season forage species. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.6, p.1360-1368, 2012.

ELLIS, J.L. et al. Modeling methane production from beef cattle using linear and nonlinear approaches. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.87, p.1334-1345, 2008.

FAO. **Livestock's long shadow** : environmental issues and options. Roma, Itália: FAO, 2006. 391p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM>>. Acesso em: 20 jan 2015.

FAO. **FAOSTAT**: Statistics Division. Disponível em: <http://faostat3.fao.org>. Acesso em: 24 fev. 2015.

FERREIRA, E.T. et al. Fertilization and oversowing on natural grassland: effects on pasture characteristics and yearling steers performance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.9, p.2039-2047, 2011.

FRASER, M.D. et al. Traditional vs modern: role of breed type in determining enteric methane emissions from cattle grazing as part of contrasting grassland-based systems. **PLoS ONE**, San Francisco, v.9, n.9, e107861, 2014.

GÜTZLOE, A. et al. Influence of climate parameters and management of permanent grassland on biogas yield and GHG emission substitution potential. **Biomass and Bioenergy**, Amsterdam, v.64, p.175-189, 2014.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

IPCC. **Climate change 2007: mitigation**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. (Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC.)

IPCC. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Japan: IGES, 2006.

JOCHIMS, F. **Métodos de pastoreio e ofertas de forragem para otimização da utilização de pastagem natural com ovinos**. 2012. 242 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

LACA, E.A. New approaches and tools for grazing management. **Rangeland, Ecology Management**, Denver, v.62, p.407-417, 2009.

LARSON-PRAPLAN, S. et al. Spatial and temporal domains of scale of grazing cattle. **Animal Production Science**, Melbourne, v.55, p.284–297, 2015.

LI, M. et al. Studies on Methane Emissions from Pastoral Farming in New Zealand. **Journal of Integrative Agriculture**, Beijing, v.13, n.2, p.365-377, 2014.

LOBATO, J.F.P. et al. Brazilian beef produced on pastures: Sustainable and healthy. **Meat Science**, Oxford, v.98, p.336-345, 2014.

MARASCHIN, G.E. Manejo do campo nativo, produtividade animal, dinâmica da vegetação e adubação de pastagens nativas do sul do Brasil. In: PILLAR, V.P. et al. (Ed.). **Campos sulinos conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 248-259

MARION, G.; SWAIN, D.L.; HUTCHINGS, M.R. Understanding foraging behaviour in spatially heterogeneous environments. **Journal of Theoretical Biology**, London, v.232, p.127–142, 2005.

MARTUSCELLO, J.A. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-Xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.5, p.1475-1482, 2005.

MASSUQUETTI, A.; RIBAS, R.J. O gado de corte no Rio Grande do Sul: principais sistemas de produção. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46, 2008, Rio Branco. **Proceedings...** [Rio Branco], 2008. 22 p.

MAZZETTO, A.M. **Greenhouse gas emission on Brazilian beef production: from experimental data to farm-scale modelling**. 2014. 97f. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear em Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

MÜLLER, J.L. et al. Forage resource use by cattle or goats at an Indian protected area: Differences and implications for conservation. **Journal of Arid Environments**, London, v.77, p.130-137, 2012.

NABINGER, C. et al. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: PILLAR, V.D. et al. (Ed.). **Campos sulinos conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 175-198

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

OLIVEIRA, M.I.F. et al. Assessing foraging strategies of herbivores in Mediterranean oak woodlands: a review of key issues and selected methodologies. **Agroforest Systems**, Dordrecht, v.87, p.1421-1437, 2013.

OVERBECK, G.E. et al. Brazil's neglected biome: the south Brazilian campos. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, Zurich, v.9, n.2, p.101-116, 2007.

PILLAR, V.D.; TORNQUIST, C.G.; BAYER, C. The southern Brazilian grassland biome: soil carbon stocks, fluxes of greenhouse gases and some options for mitigation. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.72, n.3, p.673-681, 2012.

PINARES-PATIÑO, C. S.; BAUMONT, R.; MARTIN, C. Methane emissions by Charolais cows grazing a monospecific pasture of timothy at four stages of maturity. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.83, p.769–777, 2003.

PINTO, C.E. 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**, Viçosa, v.37, n.10, p.1737-1741, 2008.

REALINI, C.E. et al. Effect of sward surface height on herbage intake and performance of finishing beef cattle, **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v.42, n.2, p.155-164, 1999.

REARTE, D.H.; PORDOMINGO, A.J. The relevance of methane emissions from beef production and the challenges of the Argentinean beef production platform. **Meat Science**, Oxford, v.98, n.3, p.355-360, 2014.

RICHMOND, A.S. et al. Methane emissions from beef cattle grazing on semi-natural upland and improved lowland grasslands. **Animal**, Cambridge, v.9, n.1, p.130-137, 2015.

RUVIARO, C. F. et al. Carbon footprint in different beef production systems on a southern Brazilian farm: a case study. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 63, p. 1-9, 2014.

SALTON, J.C. et al. Atributos físicos de um Argissolo sob pastagem natural após 18 anos sob diferentes níveis de ofertas de forragem. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 7, p. 107-118, 2008.

SAUVANT, D. et al. Relationship between CH<sub>4</sub> and urinary N outputs in ruminants fed forages: a meta-analysis of the literature. **Animal Production Science**, Melbourne, v.54, p.1423–1427, 2014.

SCHLECHT, E. et al. A spatio-temporal analysis of forage availability and grazing and excretion behaviour of herded and free grazing cattle, sheep and goats in Western Niger. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.113, p.226–242, 2006.

SILVA, C.C.F. et al. Características morfogênicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.4, p.657-661, 2009.

SOARES, A.B. 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, set-out, 2005.

VILLALBA, J.J.; SODER, K.J.; LACA, E.A. Understanding diet selection in temperate biodiverse pasture systems. **Rangeland Ecology & Management**, Denver, v.62, p.387-388, Sep. 2009.

WALLISDEVRIES, M.F. Effects of resource distribution patterns on ungulate foraging behaviour: a modelling approach. **Forest, Ecology and Management**, Amsterdam, v.88, p.167-177, 1996.

WALLISDEVRIES, M.F.; LACA, E.A.; DEMMENT, M.W. The importance of scale of patchiness for selectivity in grazing herbivores. **Oecologia**, Berlin, v.121, p.355-363, 1999.

XUE, B.; WANG, L.Z.; YAN, T. Methane emission inventories for enteric fermentation and manure management of yak, buffalo and dairy and beef cattle in China from 1988 to 2009. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.195, p.202–210, 2014.

## APÊNDICES

**Apêndice 1.** Normas para elaboração de trabalhos para a submissão na revista *Agriculture, Ecosystem and Environmental*

### GUIDE FOR AUTHORS

#### .INTRODUCTION

*Agriculture, Ecosystems and Environment* deals with the interface between agriculture and the environment. Preference is given to papers that develop and apply interdisciplinarity, bridge scientific disciplines, integrate scientific analyses derived from different perspectives of agroecosystem sustainability, and are put in as wide an international or comparative context as possible. It is addressed to scientists in agriculture, food production, agroforestry, ecology, environment, earth and resource management, and administrators and policy-makers in these fields.

The journal regularly covers topics such as: ecology of agricultural production methods; influence of agricultural production methods on the environment, including soil, water and air quality, and use of energy and non-renewable resources; agroecosystem management, functioning, health, and complexity, including agro-biodiversity and response of multi-species ecosystems to environmental stress; the effect of pollutants on agriculture; agro-landscape values and changes, landscape indicators and sustainable land use; farming system changes and dynamics; integrated pest management and crop protection; and problems of agroecosystems from a biological, physical, economic, and socio-cultural standpoint.

#### Types of papers

Types of papers 1. Original papers (Regular Papers) should report the results of original research. The material should not have been published previously elsewhere, except in a preliminary form.

2. Reviews should cover a part of the subject of active current interest. They may be submitted or invited.

3. A Short Communication is a concise, but complete, description of a limited investigation, which will not be included in a later paper. Short Communications should be as completely documented, both by reference to the literature and description of the experimental procedures employed, as a regular paper. They should not occupy more than 6 printed pages (about 12 manuscript pages, including figures, etc.).

4. In the section 'Comments', short commentaries on material published in the journal are included, together with replies from author(s).



5. The section 'News and Views' offers a forum for discussion of emerging or controversial ideas, or new approaches and concepts, in all areas covered by the journal. Contributions to this section should not occupy more than 2 printed pages (about 4 manuscript pages).

## 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/journal-authors/ethics>.

### 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>. Further information and an example of a Conflict of Interest form can be found at: [http://help.elsevier.com/app/answers/detail/a\\_id/286/p/7923](http://help.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/286/p/7923).

### Submission declaration and verification

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 or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/sharingolicy>), 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 in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service CrossCheck <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

### 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.

#### Article Transfer Service

This journal is part of our Article Transfer Service. This means that if the Editor feels your article is more suitable for another journal, you may be asked to consider transferring your article to the alternative journal of your choice. If you agree, your article will be transferred automatically on your behalf with no need to reformat. More information about this can be found here: <http://www.elsevier.com/authors/article-transfer-service>.

#### 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>). 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>.

For open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' (for more information see <http://www.elsevier.com/OAauthoragreement>).

Permitted third party reuse of open access articles is determined by the author's choice of user license (see <http://www.elsevier.com/openaccesslicenses>).

#### Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. For more information see <http://www.elsevier.com/copyright>.

## Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

## Funding body agreements and policies

Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some authors may also be reimbursed for associated publication fees. To learn more about existing agreements please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

## Open access

This journal offers authors a choice in publishing their research:

### Open access

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse
- An open access publication fee is payable by authors or on their behalf e.g. by their research funder or institution

### Subscription

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our universal access programs (<http://www.elsevier.com/access>).
- No open access publication fee payable by authors.

Regardless of how you choose to publish your article, the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards.

For open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following Creative Commons user licenses: Creative Commons Attribution (CC BY)

Lets others distribute and copy the article, create extracts, abstracts, and other revised versions, adaptations or derivative works of or from an article (such as a translation), include in a collective work (such as an anthology), text or data mine the article, even for commercial purposes, as long as they credit the author(s), do not represent the author as endorsing their adaptation of the article, and do not modify the article in such a way as to damage the author's honor or reputation. Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND)

For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

The open access publication fee for this journal is USD 3300, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <http://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/languageediting/>) or visit our customer support site (<http://support.elsevier.com>) for more information.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Referees

Please submit, with the manuscript, the names, addresses and e-mail addresses of five potential referees. The suggested referees should not be part of your or your co-authors' institutions, nor should you or your co-authors have collaborated with them in the past three years. Potential referees should be experts in your research field and from several countries.

Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

PREPARATION

Use of word processing software

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns.

The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier: <http://www.elsevier.com/guidepublication>). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor. Manuscripts should be prepared with numbered lines, with wide margins and double line 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.

## Article structure

### Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

### Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

### Results

Results should be clear and concise.

### Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

### Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

### Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

## 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. Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lowercase 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 the e-mail address is given and that contact details are 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.

## Optional graphical abstract

A Graphical abstract is optional and should summarize the contents of the paper in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership online. Authors must provide images that clearly represent the work described in the paper. Graphical abstracts should be submitted with a caption. Supply captions separately, not attached to the graphical abstract. A caption should comprise a brief title (not on the graphical abstract itself). Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Maximum image size: 400 x 600 pixels (h x w, recommended size 200 x 500 pixels). Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. See <http://www.elsevier.com/graphicalabstracts> for examples.

## Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). See <http://www.elsevier.com/highlights> for examples.

#### Keywords

Immediately after the abstract, please provide 4-6 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.

#### Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

#### Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with 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).

#### Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors can build footnotes into the text, and this feature may be used. Otherwise, please indicate the position of footnotes in the text and list the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

#### Artwork

##### Electronic artwork

##### General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.

- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration 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

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, 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 (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- 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 (or JPEG), EPS (or PDF), 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 online (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 online only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Please note: Because of technical complications that 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.

### Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (not on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

### Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules.

### References

#### Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

#### Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is encouraged.

## Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

## References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

## Reference management software

This journal has standard templates available in key reference management packages EndNote (<http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>) and Reference Manager (<http://refman.com/support/rmstyles.asp>). Using plug-ins to wordprocessing packages, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article and the list of references and citations to these will be formatted according to the journal style which is described below.

## 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, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999). Kramer et al. (2010) 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., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. 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 the List of Title Word Abbreviations: <http://www.issn.org/services/online-services/access-to-the-ltwa/>.

Video data

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 50 MB. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>.

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

AudioSlides

The journal encourages authors to create an AudioSlides presentation with their published article.

AudioSlides are brief, webinar-style presentations that are shown next to the online article on ScienceDirect. This gives authors the opportunity to summarize their research in their own words and to help readers understand what the paper is about. More information and examples are available at <http://www.elsevier.com/audioslides>. Authors of this journal will automatically

receive an invitation e-mail to create an AudioSlides presentation after acceptance of their paper.

### Supplementary data

Elsevier accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research.

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

### Google Maps and KML files

KML (Keyhole Markup Language) files (optional): You can enrich your online articles by providing KML or KMZ files which will be visualized using Google maps. The KML or KMZ files can be uploaded in our online submission system. KML is an XML schema for expressing geographic annotation and visualization within Internet-based Earth browsers. Elsevier will generate Google Maps from the submitted KML files and include these in the article when published online. Submitted KML files will also be available for downloading from your online article on ScienceDirect. For more information see <http://www.elsevier.com/googlemaps>.

### Interactive plots

This journal encourages you to include data and quantitative results as interactive plots with your publication. To make use of this feature, please include your data as a CSV (comma-separated values) file when you submit your manuscript. Please refer to <http://www.elsevier.com/interactiveplots> for further details and formatting instructions.

### Submission checklist

The following list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item. Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address

- Full postal address

All necessary files have been uploaded, and contain:

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

Further considerations

- Manuscript has been 'spell-checked' and 'grammar-checked'
- References are in the correct format for this journal
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)

Printed version of figures (if applicable) in color or black-and-white

- Indicate clearly whether or not color or black-and-white in print is required.
- For reproduction in black-and-white, please supply black-and-white versions of the figures for printing purposes.

For any further information please visit our customer support site at <http://support.elsevier.com>.

#### AFTER ACCEPTANCE

##### Use of the Digital Object Identifier

The Digital Object Identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly 'Articles in press' because they have not yet received their full bibliographic information. Example of a correctly given DOI (in URL format; here an article in the journal Physics Letters B): <http://dx.doi.org/10.1016/j.physletb.2010.09.059>

When you use a DOI to create links to documents on the web, the DOIs are guaranteed never to change.

##### Online proof correction

Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on

figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

#### Offprints

The corresponding author, at no cost, will be provided with a personalized link providing 50 days free access to the final published version of the article on ScienceDirect. This link can also be used for sharing via email and social networks. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/myarticleservices/offprints>). Authors requiring printed copies of multiple articles may use Elsevier WebShop's 'Create Your Own Book' service to collate multiple articles within a single cover (<http://webshop.elsevier.com/myarticleservices/booklets>).

#### AUTHOR INQUIRIES

You can track your submitted article at [http://help.elsevier.com/app/answers/detail/a\\_id/89/p/8045/](http://help.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/89/p/8045/).

You can track your accepted article at <http://www.elsevier.com/trackarticle>. You are also welcome to contact Customer Support via <http://support.elsevier.com>.

**Apêndice 2:** Normas para elaboração de trabalhos para a submissão na revista Applied Animal Behaviour Science

## GUIDE FOR AUTHORS

.

### INTRODUCTION

#### Types of paper

1. Original Research Papers (Regular Papers)
2. Review Articles
3. Letters to the Editor
4. Book Reviews

Original Research Papers should report the results of original research on topics that are within the scope of the journal (<http://www.elsevier.com/locate/applanim>). The material should not have been previously published elsewhere, except in a preliminary form.

**Review Articles** Review Articles should cover subjects falling within the scope of the journal which are of active current interest. They may be spontaneously submitted or invited. Invited reviews will normally be solicited by the Review's Editor, but suggestions for appropriate review topics may be sent to:

Dr. Bonne Beerda

e-mail: [bonne.beerda@wur.nl](mailto:bonne.beerda@wur.nl)

Dr. Bas Rodenburg

e-mail: [bas.rodenburg@wur.nl](mailto:bas.rodenburg@wur.nl)

Letters to the Editor offering comment or useful critique on material published in the journal are welcomed. The decision to publish submitted letters rests purely with the Editors-in-Chief. It is hoped that the publication of such letters will permit an exchange of views which will be of benefit to both the journal and its readers.

Book Reviews will be included in the journal on a range of relevant books which are not more than 2 years old. Book reviews will be solicited by the Book Review Editor. Unsolicited reviews will not usually be accepted, but suggestions for appropriate books for review may be sent to the Book Review Editor:

M. Mendl

Department of Clinical Veterinary Science

University of Bristol

Langford House

Langford BS40 5DU

UK

e-mail: [mike.mendl@bris.ac.uk](mailto:mike.mendl@bris.ac.uk)

## 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/journal-authors/ethics>.

### Policy and ethics

#### Animal Experimentation

Circumstances relating to animal experimentation must meet the International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals as issued by the Council for the International Organizations of Medical Sciences. They are obtainable from: Executive Secretary C.I.O.M.S., c/o WHO, Via Appia, CH-1211 Geneva 27, Switzerland, or at the following URL: [http://www.cioms.ch/frame\\_1985\\_texts\\_of\\_guidelines.htm](http://www.cioms.ch/frame_1985_texts_of_guidelines.htm)

Authors may also wish to refer to the ethical guidelines published on the website of the International Society for Applied Ethology <http://www.applied-ethology.org/ethicalguidelines.htm>, or read the following article: Sherwin, C.M., Christiansen, S.B., Duncan, I.J., Erhard, H., Lay, D., Mench, J., O'Connor, C., and Petherick, C. (2003), 'Guidelines for the ethical use of animals in applied animal behaviour research', *Applied Animal Behaviour Science*, 81: 291-305. Unnecessary cruelty in animal experimentation is not acceptable.

#### 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>. Further information and an example of a Conflict of Interest form can be found at: [http://help.elsevier.com/app/answers/detail/a\\_id/286/p/7923](http://help.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/286/p/7923).

#### Submission declaration and verification

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 or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), 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 in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service CrossCheck <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

### 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>). 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>.

For open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' (for more information see <http://www.elsevier.com/OAauthoragreement>).

Permitted third party reuse of open access articles is determined by the author's choice of user license (see <http://www.elsevier.com/openaccesslicenses>).

#### Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. For more information on author rights for (a) subscription articles please see <http://www.elsevier.com/journal-authors/author-rights-and-responsibilities>; (b) for open access articles please see <http://www.elsevier.com/OAauthoragreement>.

#### Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

#### Funding body agreements and policies

Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some authors may also be reimbursed for associated publication fees. To learn more about existing agreements please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

#### Funding body agreements and policies

Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some authors may also be reimbursed for associated publication fees. To learn more about existing agreements please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

After acceptance, open access papers will be published under a noncommercial license. For authors requiring a commercial CC BY license, you can apply after your manuscript is accepted for publication.

#### Open access

This journal offers authors a choice in publishing their research:

#### Open access

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse
- An open access publication fee is payable by authors or on their behalf e.g. by their research funder or institution

#### Subscription

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our universal access programs (<http://www.elsevier.com/access>).
- No open access publication fee payable by authors.

Your publication choice will have no effect on the peer review process or acceptance of submitted articles.

For open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following Creative Commons user licenses: Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND)

For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

The open access publication fee for this journal is \$3000, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <http://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

#### Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/languageediting/>) or visit our customer support site (<http://support.elsevier.com>) for more information.

In addition, the International Society for Applied Ethology can help members with the preparation of manuscripts for publication in Applied Animal Behaviour Science (and other English-language journals). Non-members of this Society will first need to join to gain access to this service: contact the Membership Secretary, Hans Spooler, e-mail: [hans.spooler@wur.nl](mailto:hans.spooler@wur.nl). Members should send requests for assistance to Ngaio Beausoleil, Institute of Veterinary, Animal and Biomedical

Sciences, Massey University, Private Bag 11-222, Palmerston North, New Zealand 4442, E-mail: [N.J.Beausoleil@massey.ac.nz](mailto:N.J.Beausoleil@massey.ac.nz), Fax number: +64 6 350 5714. Include the paper title, authors, contact address (including fax and e-mail if possible), key words and the journal to which the paper will be submitted. Do not send the manuscript. You will be sent the details of someone who will help

you with the English of your paper. The helper should be acknowledged in your paper, but will not expect to be included as an author.

### Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

### Submit your article

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

### PREPARATION

The use of English, punctuation and grammar should be of a sufficient high standard to allow the article to be easily read and understood. Do not quote decimals with naked points (e.g. use 0.08, not .08). Times of day should be in the format 10:00 h. Numbers less than 10 should be text, unless they are followed by a unit of measurement or are used as designators e.g. seven pigs from Group 3 were each trained for 7 days, with three sessions each lasting 3 min. Numbers greater than nine

should be written as numerals.

### Article Structure

Manuscripts in general should be organized in the following order:

- Title (should be clear, descriptive and not too long)
- Name(s) of author(s) - we would like to publish full first names rather than initials, and would

appreciate it if you would provide this information

- Complete postal address(es) of affiliations

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

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

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

- Abstract
- Keywords (indexing terms), maximum 6 items
- Introduction

- Material studied, area descriptions, methods, techniques and ethical approval
- Results
- Discussion
- Conclusion
- Acknowledgment and any additional information concerning research grants, etc.
- References
- Tables
- Figure captions
- Tables (separate file(s))
- Figures (separate file(s)).

Manuscripts should have numbered lines, with wide margins and double spacing throughout, i.e. also for abstracts, footnotes and references. Every page of the manuscript, including the title page, references, tables, etc., should be numbered. However, in the text no reference should be made to page numbers; if necessary one may refer to sections. Avoid excessive usage of italics to emphasize part of the text. Articles should not normally exceed 25 pages of text (11-point font, aligned left and double spaced) and contain a maximum of six or seven Tables and Figures in total.

#### Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ..), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

#### Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

The introduction "sets the scene" for your work. Do not over-reference statements; two or three key references should suffice unless each adds something specific. The introduction should not normally be more than 750 words (approximately three pages).

#### Material and methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

When locations are given, it should be remembered that this is an international journal and provide the state/county and country, or longitude and latitude for lesser-known locations. Full details of commercial products and technical equipment should be provided, as necessary, including name of the model, manufacturer and location of manufacture, and any Trademarks. As appropriate, a statement should be made that the work has received ethical approval or that the authors have read the policy relating to animal ethics and confirm that their study complies. Data collection and collation: units of all measures need to be specified; the experimental design should be explained together with an explanation of the experimental unit; the ways in which data are derived must be specified (e.g. individual scores were summed for the four, 12-h periods and the mean used for the analysis); the methods used for determining the normality of distribution of the residuals and homogeneity of variances need to be specified; any transformations of data need to be described; statistical analyses need to be reported in full.

## Results

This section should include only results that are relevant to the hypotheses outlined in the Introduction and considered in the Discussion. Present results in tabular or graphical form (see following sections) wherever possible. Text should explain why the experiment was carried out, and elaborate on the tabular or graphical data. Sufficient data should be presented so that the reader can interpret the results independently. If data require transformation to be suitable for parametric analyses, then due consideration needs to be given as to which and how data are presented in the manuscript. For example, putting error bars on graphs of the raw or back-transformed data is meaningless if analysis was performed on transformed data. To assist with interpretation of biological meaning, however, back-transformed means (but not errors) could be presented instead of/in addition to transformed data. In particular, statistical analyses should be complete and appropriate, and full details should be given either in the text, or in the Figures or Tables legends. Include the type of test, the precise data to which it was applied, the value of the relevant statistic, the sample size and/or degrees of freedom, and the probability level. Any assumptions that have been made should be stated. If in doubt, a statistical expert should be consulted.

## Discussion

The discussion should interpret the results, and set them in the context of what is already known in the appropriate field. This section should normally start with a brief summary of the main findings.

The discussion should be focused and limited to the actual results presented, and should normally not exceed about 1500 words. All results presented in the Results section should be discussed (if they do not warrant discussion, they do not warrant inclusion) and there should be no presentation and discussion of results that have not been presented in the Results section (i.e. no new data

presented in the Discussion). Any necessary extensive discussion of the literature should be placed in the Discussion, and not in the Introduction.

### Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

It should provide a brief "take home" message and briefly outline the application/implications of the study's findings.

### 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 phone 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.

As this is the most-read part of a paper, it is useful to provide some data and significance levels in the description of the main results. The Abstract should not be longer than 400 words.

## Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. See <http://www.elsevier.com/graphicalabstracts> for examples.

Authors can make use of Elsevier's Illustration and Enhancement service to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements: Illustration Service.

## Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name.

Highlights are three to five bullet points that provide readers with a quick overview of the article.

These provide the context, core results and highlight what is distinctive about the work.

- Include 3 to 5 highlights.
- There should be a maximum of 85 characters, including spaces, per highlight.
- The core results only should be covered.

See <http://www.elsevier.com/highlights> for examples.

## Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

## Nomenclature and Units

1. Authors and Editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the International Code of Botanical Nomenclature, the International Code of Nomenclature of Bacteria, and the International Code of Zoological Nomenclature. 2. All 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. 3. All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified. 4. For chemical nomenclature, the conventions of the International Union of Pure and Applied Chemistry and the official recommendations of the IUPAC-IUB Combined Commission on Biochemical Nomenclature should be followed. Units and abbreviations should conform to the Systeme International d'Unites.

#### Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with 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).

In chemical formulae, valence of ions should be given as, e.g. Ca<sup>2+</sup>, not as Ca<sup>++</sup>. Isotope numbers should precede the symbols e.g. <sup>18</sup>O. The repeated use of chemical formulae in the text is to be avoided where reasonably possible; instead, the name of the compound should be given in full.

Exceptions may be made in the case of a very long name occurring very frequently or in the case of a compound being described as the end product of a gravimetric determination (e.g. phosphate as P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

#### Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors can build footnotes into the text, and this feature may be used. Otherwise, please indicate the position of footnotes in the text and list the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

#### Artwork

##### Electronic artwork

##### General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.

- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the printed version.
- Submit each illustration 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

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format. Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, 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 (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.
- Figures and Tables to be uploaded as separate files while submitting manuscript.
- Tables to be sent as editable source files (.doc or .xls) with heading on it.

#### Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), 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 online (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 online only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Please note: Because of technical complications that 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.

#### Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (not on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Figure captions should be understandable without reference to the main text. Figures should not duplicate results described elsewhere in the article.

#### Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules.

Table captions should provide sufficient detail that the Table can be understood without reference to the main text.

#### Limitations

Authors should take notice of the limitations set by the size and lay-out of the journal. Large tables should be avoided. Reversing columns and rows will often reduce the dimensions of a table.

- Figures and Tables to be uploaded as separate files while submitting manuscript.
- Tables to be sent as editable source files (.doc or .xls) with heading on it.

#### References

##### Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given

in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

#### Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is encouraged.

#### Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

#### References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

#### Reference formatting

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct. If you do wish to format the references yourself they should be arranged according to the following examples:

#### 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, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999). Kramer et al. (2010) 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., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. 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.

References to books

If a book or monograph is cited as a source of specific information, then please give the relevant page(s).

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the List of Title Word Abbreviations: <http://www.issn.org/services/online-services/access-to-the-ltwa/>.

#### Video data

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 50 MB. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>.

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

#### AudioSlides

The journal encourages authors to create an AudioSlides presentation with their published article. AudioSlides are brief, webinar-style presentations that are shown next to the online article on ScienceDirect. This gives authors the opportunity to summarize their research in their own words and to help readers understand what the paper is about. More information and examples are available at <http://www.elsevier.com/audioslides>. Authors of this journal will automatically receive an invitation e-mail to create an AudioSlides presentation after acceptance of their paper.

#### Supplementary data

Elsevier accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research.

Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, highresolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is

directly usable, please provide the data in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our artwork instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

#### Submission checklist

The following list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address
- Phone numbers

All necessary files have been uploaded, and contain:

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

Further considerations

- Manuscript has been 'spell-checked' and 'grammar-checked'
- References are in the correct format for this journal
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)

Printed version of figures (if applicable) in color or black-and-white

- Indicate clearly whether or not color or black-and-white in print is required.
- For reproduction in black-and-white, please supply black-and-white versions of the figures for printing purposes.

For any further information please visit our customer support site at <http://support.elsevier.com>.

## AFTER ACCEPTANCE

### Use of the Digital Object Identifier

The Digital Object Identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly 'Articles in press' because they have not yet received their full bibliographic information. Example of a correctly given DOI (in URL format; here an article in the journal *Physics Letters B*): <http://dx.doi.org/10.1016/j.physletb.2010.09.059>

When you use a DOI to create links to documents on the web, the DOIs are guaranteed never to change.

### Online proof correction

Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor.

Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

### Offprints

The corresponding author, at no cost, will be provided with a personalized link providing 50 days free access to the final published version of the article on ScienceDirect. This link can also be used for sharing via email and social networks. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/myarticleservices/offprints>). Authors



requiring printed copies of multiple articles may use Elsevier WebShop's 'Create Your Own Book' service to collate multiple articles within a single cover (<http://webshop.elsevier.com/myarticleservices/booklets>).

#### AUTHOR INQUIRIES

You can track your submitted article at [http://help.elsevier.com/app/answers/detail/a\\_id/89/p/8045/](http://help.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/89/p/8045/).

You can track your accepted article at <http://www.elsevier.com/trackarticle>. You are also welcome to contact Customer Support via <http://support.elsevier.com>.

## VITA

Bruna Moscat de Faria, filha de Álvaro Ribeiro de Faria e Rosa Moscat Herranz de Faria, nascida em 4 de dezembro de 1984, em Rio de Janeiro - RJ. Coursou o ensino fundamental na E.M. Bertha Lutz na cidade natal, e o ensino médio com formação técnica em agropecuária no Colégio Técnico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizado no município de Seropédica – RJ, finalizado no ano de 2001. Em 2004, ingressou no curso de Zootecnia, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Durante os anos do curso foi monitora da disciplina bromatologia zootécnica e bolsista de iniciação científica, sob a orientação do professor Mirton José Frota Morenz.

Formou-se em Zootecnia em julho de 2009 e em agosto de 2009 ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia, pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UFRRJ, sob orientação do professor Mirton José Frota Morenz e dos pesquisadores, Domingos Savio Campos Paciullo e Fernando César Ferraz Lopes – Embrapa Gado de Leite, onde foi bolsista da CAPES, e desenvolveu o trabalho de “Características de crescimento e composição química de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria ruziziensis* sob sombreamento e adubação nitrogenada”. Foi submetida a banca de defesa da dissertação em março de 2011. Em abril de 2011 ingressou no curso de Doutorado em Produção Animal, pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UFRGS, sob orientação dos professores Ênio Rosa Prates, Júlio Otávio Barcellos e da pesquisadora, Teresa Cristina Moraes Genro – Embrapa Pecuária Sul, contemplada com bolsa CAPES e desenvolveu o trabalho de “Emissão de metano e comportamento espaço-temporal de bovinos de corte em pastagem natural com diferentes níveis de intensificação”. Foi contemplada através de edital CAPES/EMBRAPA com bolsa para realizar o doutorado sanduíche na Universidade da Califórnia, Davis onde ficou 4 meses sob a orientação do professor Emilio Andrés Laca. Foi submetida a banca de defesa da tese em março de 2015.