

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

Ítalo Marques Monteiro

Como a estrutura do pasto e o comportamento ingestivo impactam no gasto energético de novilhos em pastagem natural?

Porto Alegre, 2020

Ítalo Marques Monteiro

Como a estrutura do pasto e o comportamento ingestivo impactam no gasto energético de novilhos em pastagem natural?

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia, na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Orientado: Ítalo Marques Monteiro

Orientadora: Carolina Bremm

Porto Alegre, 2020

CIP - Catalogação na Publicação

Marques Monteiro, Ítalo

Como a estrutura do pasto e o comportamento ingestivo impactam no gasto energético de novilhos em pastagem natural? / Ítalo Marques Monteiro. -- 2020. 80 f.

Orientadora: Carolina Bremm.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2020.

1. Bioma Pampa. 2. Frequência cardíaca. 3. Frequência de touceira. 4. Deslocamento. I. Bremm, Carolina, orient. II. Título.

Ítalo Marques Monteiro
Zootecnista

DISSERTAÇÃO

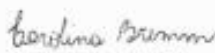
Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de


MESTRE EM ZOOTECNIA

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

Aprovada em: 30.03.2020
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 20/05/2020
Por


CAROLINA BREMM
PPG Zootecnia/UFRGS
Orientadora


DR. PEDRO STREIT JR.
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia


Emilio A. Laca
UCDavis


Jérôme Bindelle
Liege University


Júlio Kuhn da Trindade
IRGA


CARLOS ALBERTO BISSANI
Diretor da Faculdade de Agronomia

*Aos Professores,
Dorvalino Mendes Batalha
e Edanir Valduga Batalha.*

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus.

A meus pais e irmãos, por todo amor e, por sempre estar ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, seu corpo docente e administração, pelo comprometimento com a qualidade e excelência do ensino.

A professora Carolina, pela oportunidade e por todos os ensinamentos científicos, humanos, e pela confiança depositada, pela amizade, te agradeço imensamente.

Ao professor Paulo César de Faccio Carvalho, por todas as formas de conhecimentos transmitidos, e por todo auxílio que me foi dado nesse período.

Ao Professor Carlos Nabinger, pelos ensinamentos e diálogos agradáveis.

Ao professor Jérôme Bindelli, agradeço a disponibilidade de auxiliar na execução desta pesquisa, pelos equipamentos cedidos, foste fundamental nesse processo, do início ao fim.

A Jusiane Rossetto, em especial meu muito obrigado, foste incansável e sempre disposta para me auxiliar durante toda minha pesquisa.

Aos colegas Anderson Bolzan (Petição), Júlio Azambuja, Pedro Nunes, Willian Souza Filho e Gentil Felix, pelo auxílio e diálogos na construção desta pesquisa.

A todos integrantes do Grupo de Pesquisa em Ecologia do Pastejo, que ajudaram de forma direta ou indiretamente.

À Direção e funcionários da Estação Experimental Agronômica da UFRGS que estiveram sempre à disposição.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de pesquisa.

Como a estrutura do pasto e o comportamento ingestivo impactam no gasto energético de novilhos em pastagem natural? ¹

Autora: Ítalo Marques Monteiro
Orientadora: Carolina Bremm

RESUMO

O bioma Campos Sulinos é considerado um dos biomas mais ricos em diversidade do mundo, ocupando 2,3% do território brasileiro, além de se estender por terras do Uruguai e da Argentina. No Brasil, o bioma é chamado de Pampa e encontra-se restrito ao Rio Grande do Sul, recobrando 68,8% da área do estado. Este bioma apresenta alta riqueza de espécies vegetais, com ocorrência de 3000 espécies, em virtude das condições edafoclimáticas. Pesquisas tem sido realizada com o intuito de promover aumento de produtividade, eficiência, sustentabilidade e conservação dos ambientes pastoris naturais no bioma Pampa, além de permitir melhor entendimento do ambiente pastoril e suas relações com os herbívoros. Nesse contexto, este estudo tem como objetivo determinar os fatores que afetam o gasto energético de novilhos em pastagem natural manejada sob diferentes ofertas de forragem. Foram avaliados novilhos sob três ofertas de forragem contrastantes: 4, 8-12 e 16% peso vivo (PV). Foram realizadas avaliações de estrutura do pasto e de comportamento ingestivo. O gasto energético foi estimado pelo método da frequência cardíaca com auxílio de um frequencímetro. O deslocamento (m/min) dos animais foi monitorado com auxílio de um GPS de alta precisão (*rover*). As distintas ofertas promovem estruturas contrastantes de pasto ($P < 0,05$). As ofertas de forragem 8-12 e 16% PV mantem-se dentro de uma faixa de amplitude ótima, entre produção animal e vegetal, assim como a frequência de touceiras encontrada nessas ofertas. A identificação de classes de itens alimentares ($P < 0,05$), demonstrou que o manejo das ofertas 8-12 e 16% PV apresentam uma estrutura de pasto diversificada, em relação a oferta 4% PV. Os animais realizaram menor número de passos por minuto e maior tempo de permanência na estação alimentar nos tratamentos 8-12 e 16% PV. As ofertas de forragem 8-12 e 16% PV proporcionam estruturas de pasto favoráveis à busca e apreensão de forragem por bovinos em pastejo. O oferecimento de ofertas de forragem moderada (8-12% PV) não proporcionou ($P > 0,05$) redução no gasto energético de novilhos manejados em pastagem natural, comparado com ofertas de forragem baixa (4%PV) e alta (16% PV). Os resultados de comportamento ingestivo indicam que a velocidade de ingestão pode ser um fator a ser estudado para verificar a redução do gasto energético quando aos animais encontram-se em ofertas de forragem e estruturas de pasto, como 8-12 e 16% PV. O gasto energético de bovinos está diretamente relacionado com a estrutura do pasto, conseqüentemente com os processos de busca e apreensão. Portanto, medir o gasto energético dos herbívoros em um ambiente pastoril complexo, como as pastagens naturais do bioma Pampa, possibilita definir metas de manejo de estrutura de pasto que proporcionem redução no gasto energético dos animais, conseqüentemente aumento no desempenho dos bovinos, eficiência de uso do recurso disponível e preservação do habitat das pastagens naturais.

Palavras chave: bioma Pampa; frequência cardíaca; deslocamento, frequência de touceiras.

¹Dissertação de Mestrado em Zootecnia - Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (80 p.) Março, 2020.

How sward structure and ingestive behavior impact on energy expenditure of steers in natural grassland?¹

Author: Ítalo Marques Monteiro

Advisor: Carolina Bremm

ABSTRACT

The Campos Sulinos biome is considered one of the richest biomes in diversity in the world, occupying 2.3% of the Brazilian territory, in addition to extending over Uruguay and Argentina. In Brazil, the biome is called Pampa and is restricted to Rio Grande do Sul, covering 68.8% of the state's area. This biome has a high richness of plant species, with the occurrence of 3000 species, due to the edaphoclimatic conditions. Researches has been carried out in order to promote increased productivity, efficiency, sustainability and conservation of natural pastoral environments in the Pampa biome, in addition to allowing a better understanding of the pastoral environment and its relations with herbivores. In this context, this study aims to determine the factors that affect the energy expenditure of steers in natural grassland managed under different forage allowances. Steers were evaluated under three contrasting forage allowances: 4, 8-12 and 16% body weight (BW). Sward structure and ingestive behavior assessments were performed. Energy expenditure was estimated using the heart rate method with the aid of a frequency meter. The displacement (m / min) of the animals was monitored using a high precision GPS (rover). The different forage allowances promoted contrasting sward structures ($P < 0.05$). The forage allowances 8-12 and 16% BW remain within an optimal range between animal and forage production, as well as the tussock frequency found in these treatments. The identification of classes of food items ($P < 0.05$), demonstrated that the forage allowances 8-12 and 16% BW have a diversified sward structure, in relation to allowance 4% BW. The animals performed fewer steps per minute and longer permanence time in the feeding station in treatments 8-12 and 16% BW. The forage allowances 8-12 and 16% BW provide sward structure favourable to the searching and apprehension of forage by grazing cattle. The moderate forage allowance (8-12% BW) did not provide ($P > 0.05$) reduction in the energy expenditure of steers managed in natural grassland, compared with low (4% BW) and high (16% BW) forage allowances. The results of ingestive behavior indicate that the herbage intake rate may be a factor to be studied to verify the reduction of energy expenditure when the animals are in forage allowance and sward structure, such as 8-12 and 16% BW. The energy expenditure of cattle is directly related to the sward structure, consequently with the searching and apprehension processes. Therefore, measuring the energy expenditure of herbivores in a complex pastoral environment, such as the natural grassland of the Pampa biome, makes it possible to define sward structure management goals that provide a reduction in the energy expenditure of the animals, consequently increasing the animal performance, efficiency of use of the available resource and preservation of the natural grassland habitat.

Keywords: Pampa biome; heart rate; displacement; tussocks frequency

¹Master of Science dissertation in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (80 p.) March, 2020.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	13
1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1. Pastagem natural do bioma Pampa	16
2.2. Comportamento ingestivo de animais em pastejo	17
2.3. Gasto energético	18
2.4. Modelo conceitual.....	21
3. HIPÓTESE	24
4. OBJETIVO GERAL	24
4.1. Objetivos específicos	24
CAPÍTULO II	25
Como a estrutura do pasto e o comportamento ingestivo impactam no gasto energético de novilhos em pastagem natural?	26
1. INTRODUÇÃO	27
2. MATERIAL E MÉTODOS	29
2.1. Área experimental	29
2.2. Descrição da vegetação	29
2.3. Tratamentos, Delineamento e Período Experimental.....	30
2.4. Medições no pasto	32
2.5. Avaliação nos animais	35
2.6. Análise estatística.....	39
3. RESULTADOS	40
3.1. Características Estruturais e Alimentares do pasto	40
3.2. Comportamento ingestivo e gasto energético	43
4. DISCUSSÃO	47
5. REFERÊNCIAS	51
CAPÍTULO III	58
CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS	60

LISTAS DE TABELAS

CAPÍTULO I.....	13
Tabela 1. Gasto energético de bovinos obtido de publicações científicas, considerando as condições de manutenção, confinamento, pastejo e deslocamento.....	20
CAPÍTULO II.....	25
Tabela 2. Principais espécies forrageiras encontradas nas cinco classes de itens alimentares, no mesmo protocolo experimental.	35
Tabela 3. Características estruturais de uma pastagem natural manejada sob distintas ofertas de forragem.....	41
Tabela 4. Comportamento ingestivo e gasto energético de novilhos manejados em pastagem natural com distintos níveis de oferta de forragem.	43

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I.....	13
Figura 1. Modelo conceitual proposto para dissertação de mestrado, com as principais variáveis envolvidas no processo de gasto de energia de bovinos de corte em pastagem natural.	23
CAPÍTULO II.....	25
Figura 2. a) Croqui área experimental do protocolo de longa duração “Nativão”. b) Croqui salientando as unidades experimentais utilizadas neste estudo.	31
Figura 3. Equipamentos utilizados para avaliação de massa de forragem: 1) Tesoura de esquila elétrica; 2) Quadro de área conhecida (0,25 m ²).....	32
Figura 4. Equipamentos usados para avaliação de alturas do pasto georreferenciadas: 1) Tripé adaptado para aumentar precisão do sinal do roteador, 2) roteador, 3) inversor de tensão, 4) bateria, 5) Base RTK, 6) tripé com nível, 7) <i>sward stick</i> , 8) antena do GPS <i>Rover</i> e 9) GPS <i>Rover</i> para coletar as coordenadas do ponto de altura.	33
Figura 5. Identificação dos locais de avaliação da altura do pasto no piquete 7B do tratamento 8-12 kg MS /100 kg 100 PV. Cada círculo preto seguido por um número acima representa uma altura georreferenciada do pasto e um grupo das classes de itens alimentares.....	34
Figura 6. Animal com equipamentos de detecção do deslocamento: (1) <i>Rover</i> , (2) antena multi-GNSS Tallysman, (3) <i>power bank</i> , (4) buçal.	36
Figura 7. Animal com os equipamentos para avaliação de frequência cardíaca: (1) cinta monitora cardíaca Polar H7 <i>Bluetooth</i> , (2) sensor de frequência cardíaca Polar H7 <i>Bluetooth</i> , (3) <i>iPhone</i> com o aplicativo <i>Heart Rate Variability Logger</i> , (4) estojo para armazenar <i>iPhone</i> durante avaliação.	38
Figura 8. Ocorrência das classes de itens alimentares encontrados no caminhamento sistemático de uma pastagem natural manejada sob diferentes ofertas de forragem.	42
Figura 9. Matriz de correlação entre as variáveis estruturais do pasto, comportamento ingestivo e gasto energético de novilhos manejados em pastagem natural sob níveis de oferta de forragem.	45
Figura 10. a) Modelos de regressão para número de passos por minuto (linha contínua) e tempo de permanência na estação alimentar (TPEA, linha tracejada) em relação à altura do pasto. b) Modelos de regressão para número de passos por minuto (linha contínua) e número estações alimentares por minuto (linha tracejada) em relação à frequência de touceiras. Legenda dos pontos correspondentes aos tratamentos: 4% PV= ○, 8-12% PV=△, 16% PV=□.	46
Figura 11. a) Relação linear entre o gasto de energia de bovinos em pastejo (kcal/kg PV ^{0,75}) e a frequência de touceiras em pastagem natural. b) Relação linear entre o gasto de energia de	

bovinos em pastejo ($\text{kcal/kg PV}^{0,75}$) e a altura do pasto de uma pastagem natural manejada sob distintas ofertas de forragem: 4% PV= \circ ; 8-12% PV= Δ ; 16% PV= \square . **Error! Bookmark not defined.**

LISTA DE ABREVIATURAS

BAC	Blocos ao acaso
bpm	Batimentos por minuto
cm	Centímetro
Classe1	Classe de itens alimentares 1
Classe2	Classe de itens alimentares 2
Classe3	Classe de itens alimentares 3
Classe4	Classe de itens alimentares 4
Classe5	Classe de itens alimentares 5
°C	Graus Celsius
EEA	Estação Experimental Agrônômica
FC	Frequência Cardíaca
GE	Gasto Energético
GEpastejo	Gasto Energético diário em pastejo
GPS	<i>Global positioning system</i>
ha	Hectare
kcal	Quilocaloria
kg	Quilo
kj	Quilojoule
m	Metro
Mbps	Megabits por segundo
mm	Milímetro
MS	Matéria seca
n	Número
NEA	Número de estações alimentares
s	Segundo
PV	Peso vivo
TBoc	Taxa de bocados
TPEA	Tempo de permanência na estação alimentar
UE	Unidade experimental
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

O bioma Campos Sulinos é considerado um dos biomas mais ricos em biodiversidade do mundo (NABINGER et al., 2013), ocupando 2,3% do território brasileiro, além de se estender por terras do Uruguai e da Argentina. No Brasil, o bioma é chamado de Pampa e encontra-se restrito ao Rio Grande do Sul, recobrando 68,8% da área do estado (IBGE, 2019). Apresenta alta riqueza de espécies vegetais, com ocorrência de 3000 espécies, em virtude das condições edafoclimáticas (BOLDRINI, et al., 2010).

Essa ampla diversidade florística vem desde o período Holoceno e, com ele, o início das queimadas (BEHLING et al., 2005). Já a presença dos bovinos está associada a chegada dos Jesuítas, com a introdução dos bovinos no século XVII. Posteriormente, no século XVIII, com a vinda dos portugueses e espanhóis iniciou-se o a produção comercial de gado (BEHLING et al., 2005). Nabinger (2013) reporta que apenas no ano 2004 o Pampa foi reconhecido como bioma brasileiro, o que contribuiu, juntamente com a progressiva expansão da monocultura de grãos (i.e. *Glycine max*), incremento de florestas plantadas e, de espécies invasoras (e.g. *Eragrostis plana* Nees), para a fragmentação e ameaça deste habitat (SELL & FIGUEIRÓ, 2011). A partir de então, busca-se aumento de produtividade, eficiência, sustentabilidade e conservação dos ambientes pastoris naturais no bioma Pampa.

Os avanços das pesquisas em pastagem natural permitiram compreender melhor o ambiente pastoril e suas relações com os herbívoros. Pesquisas como de Escosteguy (1990), que encontrou um ponto de equilíbrio entre quantidade de forragem e peso vivo animal, proporcionaram o uso do conceito oferta de forragem para avançar no entendimento das relações planta-animal. A partir de então, houve avanços no entendimento das relações entre oferta de forragem, produção animal individual e por área (MOOJEN, 1991; MARASCHIN, 1998; MOOJEN & MARASCHIN, 2002; SOARES et al., 2005), diversidade florística da vegetação (BOLDRINI, 1993; CARVALHO et al., 2003), comportamento ingestivo, taxa de ingestão e consumo de forragem (GONÇALVES et al., 2009; MEZZALIRA et al., 2012; DA TRINDADE et al., 2012, BREMM et al., 2012), modelos de predição de desempenho animal (CARVALHO et al., 2015), sensoriamento remoto (JUNGES et al., 2016), monitoramento contínuo de bocados e ingestão de nutrientes (AZAMBUJA et al., 2020).

Esse estudo pretende avançar no conhecimento do gasto energético de bovinos manejados sob diferentes ofertas de forragem em pastagem natural. Esta dissertação é composta por três capítulos. No capítulo I encontra-se uma revisão bibliográfica do assunto, hipótese e objetivo. No capítulo II é apresentado a metodologia de estudo e os resultados e discussão do experimento realizado com novilhos de corte. No capítulo III é apresentado a considerações finais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Pastagem natural do bioma Pampa

A pastagem natural é um ambiente pastoril heterogêneo, com cerca de 400 espécies de gramíneas e mais de 150 espécies de leguminosas, em virtude da diversidade de solos, variabilidade topográfica, pluviosidade e condições climáticas (BOLDRINI, 1997; BOLDRINI, *et al.*, 2010). O manejo do pasto, em ambientes heterogêneos, reflete na estrutura da vegetação, com a presença de um duplo estrato vegetal bem definido, ou seja, estrato inferior composto por espécies de hábito de crescimento prostrado e, estrato superior formado principalmente por gramíneas eretas (SETELICH, 1994; OVERBECK *et al.*, 2015). A fitofisionomia na região denominada Depressão Central do Rio Grande do Sul, é composta principalmente por espécies de plantas da família *Poaceae*: *Paspalum notatum*, *Paspalum pumilum*, *Paspalum paucifolium*, *Axonopus affinis*, *Piptochaetium montevidenses* e *Mnesithea selloana*. Com o aumento da oferta de forragem, touceiras são formadas pela rejeição do pastejo animal, principalmente por espécies de *Aristida filifolia*, *Eryngium horridum*, *Andropogon lateralis*, *Andropogon virgatus*, *Baccharis trimera*, *Baccharis crispa*, e *Vernonia nudiflora*, configurados numa estrutura do pasto com heterogeneidade espacial e dispersos em mosaicos (CÔRREA & MARASCHIN, 1994; BOLDRINI *et al.*, 2010; CRUZ *et al.*, 2010).

Em pastagens naturais, a estrutura do pasto pode ser expressa por altura do pasto, massa de forragem e percentual de touceiras, variáveis que determinam o consumo de forragem pelos bovinos (LACA *et al.*, 1992; CARVALHO *et al.*, 1998; GORDON & BENVENUTTI, 2016). O ato do pastejo forma diferentes estruturas de pasto ao longo do tempo, afetando a seletividade animal (CARVALHO *et al.*, 2009). Hodgson (1985) debateu a importância da estrutura do pasto em relação à seleção da dieta pelos animais, assinalando as dificuldades de acesso a todos os estratos do pasto. O manejo de oferta de forragem afeta a proporção de lâminas que podem ser colhidas pelo animal, influenciando seu grau de seletividade e consumo.

2.2. Comportamento ingestivo de animais em pastejo

O comportamento ingestivo de herbívoros é influenciado pelo seu tamanho corporal, capacidade visual, memória espacial, entre outros. Esses mecanismos auxiliam os herbívoros durante a ação de forrageamento (BAILEY *et al.*, 1996; SENFT *et al.*, 1987) e podem ser afetados por fatores abióticos e bióticos. Entre os fatores abióticos, Bailey e Provenza (2008) citam a topografia, distância à água, variáveis climáticas e barreiras como cerca. Como fatores bióticos, considera-se a quantidade, qualidade e tempo disposto no habitat.

Esses mecanismos condicionam os animais a tomarem decisões durante o pastejo nas diferentes escalas espaço-temporais (BAILEY *et al.*, 1996). Na escala de patch em ambientes pastoris heterogêneos, a distribuição horizontal do pasto influencia as porções de forragem acessadas pelos animais, ou seja, a forma como o pasto está distribuído pode se tornar um fator limitante à ingestão (CARVALHO, *et al.*, 2013). Com isso, os animais necessitam encontrar formas para prover seus requerimentos durante a atividade de pastejo. Em alturas de pasto limitantes à desfolhação, os animais aumentam a taxa de bocados devido à diminuição na profundidade e massa dos bocados. Consequentemente, aumentam o tempo de pastejo (PINTO *et al.*, 2008). para manter o consumo de forragem ao longo do dia

Em ambientes pastoris heterogêneos, sob maiores níveis de oferta de forragem, ocorre o desenvolvimento de touceiras, aumentando a participação de gramíneas de menor valor nutricional (estrato superior) na vegetação. Por outro lado, quando manejado sob menor oferta de forragem, o tempo de pastejo dos animais é afetado em função, principalmente, da altura do pasto (PINTO *et al.*, 2008). Deste modo, deve-se buscar estruturas de pasto adequadas, que proporcionem uma relação ótima entre altura e qualidade de forragem, permitindo adequada seleção da dieta pelos animais.

Para Carvalho (1999), o processo de pastejo está fundamentado na procura e manipulação da forragem a ser consumida, mecanismos determinantes para atender a demanda nutricional de animais em pastejo, correlacionado à necessidade de tempo em atendê-la. Para Laca & Demment (1996), o tempo de procura por forragem não é totalmente determinado pelo esforço do animal em buscar *patches* preferenciais de pastejo. Além disso, o fator mais relevante é o grau de seletividade do animal em

pastejo, determinado pela diferença entre a composição de sua dieta e da forragem disponível

Observa-se, portanto, que os animais manifestam maior seletividade em maiores áreas de pastagens, presumidamente porque escalas maiores são mais fáceis de serem lembradas, pelo tempo e pelo gasto de energia durante a locomoção (LACA; FEHMI, 1999). Esses mesmos autores ponderam que os animais definem antecipadamente as estações de pastejo em diferentes escalas do comportamento ingestivo.

2.3. Gasto energético

A energia líquida de manutenção pode ser entendida como a produção de calor de um animal em um ambiente termo neutro, quando a ingestão de energia metabolizável está em balanço com a perda de calor. Apresenta relação com as funções basais dos animais, como circulação, respiração, homeotermia e atividades dos músculos, manutenção da temperatura corporal e processos metabólicos (GARRETT *et al.*, 1959; RESENDE, *et al.*, 2011; MARCONDES *et al.*, 2016). Resende *et al.* (2011) consideram que um animal está em manutenção quando, se alimentando, não apresenta ganho de peso, ou seja, toda energia de metabolizável consumida é perdida por calor.

A produção de calor advém da energia metabolizável para o metabolismo de jejum, e considera outras atividades dos animais e seus respectivos incrementos calóricos. Resende *et al.* (2011) descrevem que o incremento calórico, de modo geral, é considerado o aumento na produção de calor seguido do consumo de alimento por um animal em temperatura termo neutro.

Estudos que visaram mensurar a energia líquida de manutenção de animais em confinamento demonstraram não haver diferença entre machos castrados e fêmeas, com valor na ordem de 322 KJ/PV^{0.75}/dia (CSIRO, 2007; MARCONDES *et al.*, 2016 NRC,2016). Marcondes *et al.* (2016) também não observaram efeito significativo na energia líquida de manutenção de animais em pastejo. Porém, esses autores encontraram diferença nas exigências de energia metabolizável para manutenção de

animais em confinamento e pastejo, 494 KJ/PV^{0.75}/dia e 535 KJ/PV^{0.75}/dia, respectivamente. A maior exigência de energia pelos animais em pastejo, 8,5% superior, pode estar associada ao gasto com os processos de busca e apreensão da forragem, em comparação com animais confinados (MORAES *et al.*, 2009), fatores esses reduzindo a eficiência de utilização da energia dietética (MARCONDES *et al.*, 2016).

Em seu estudo sobre a frequência cardíaca de bovinos, Groscolas *et al.* (2010) descreveram que a relação com o gasto energético é influenciada pelo estado de estresse, assim como, para Brosh (2007), a frequência cardíaca pode sofrer influência, principalmente, da dieta e tempo de ingestão de alimento. Di Marco *et al.* (2001), estudando a relação entre o gasto de energia e o deslocamento de bovinos, encontraram um custo de 16,4 KJ/ PV^{0.75}/h quando os animais se deslocaram a uma velocidade de 1 Km/h. Os mesmos autores, quando submeteram os bovinos a um terreno com 6% de declividade, observaram um custo de 19,9 KJ/ PV^{0.75}/h pelos animais se deslocando a 2 Km/h. Brosh *et al.* (1998) e Miwa *et al.* (2017) relatam que bovinos mantidos em confinamento apresentam um custo de energia da ordem de 28 e 27 KJ/PV^{0.75}/h, respectivamente. Quanto ao gasto energético em pastejo, Brosh *et al.* (2004) e Miwa *et al.* (2015) encontraram valores de 52 e 31 KJ/PV^{0.75}/h, respectivamente. Valores de gasto energético referente às condições como manutenção, gasto de energia em locomoção, em confinamento e atividade de pastejo, são apresentados na tabela 1.

Valores entre 10,5 a 14,9 KJ/PV^{0.75}/h são observados para a atividade de manutenção (PAULINO *et al.*, 1999; DI MARCO *et al.*, 1996). Quando em confinamento, o gasto energético de bovinos varia entre 15,8 e 28 KJ/PV^{0.75}/h (BROSH *et al.*, 1998; MIWA *et al.*, 2017). Para bovinos recebendo dieta de baixa e alta energia em confinamento, Brosh *et al.* (1998) encontraram valores de 15,8 a 27,2 KJ/PV^{0.75}/h, respectivamente. Em pastejo, foram encontrados valores de gasto energético entre 16,6 a 52,5 KJ/PV^{0.75}/h. Di marco *et al.* (1996), avaliando bovinos mantidos em pastagens com condições de baixa e alta taxa de bocados, encontraram diferença de 26,5% no gasto energético em pastejo. Quando os animais se encontram em deslocamento, Di Marco *et al.* (2001) observaram aumento no gasto energético com o aumento na distância percorrida, variando de 16,4 a 20,2 KJ/PV^{0.75}/h.

Tabela 1. Gasto energético de bovinos obtido de publicações científicas, considerando as condições de manutenção, confinamento, pastejo e deslocamento.

Animal	Condição	n	Peso vivo	FR	GE KJ/h	Referência
<i>Pastejo</i>						
Novilhas Vacas (secas)	Pastejo	4	305	-	28.0	Havstad & Malechek (1982)
Vacas (lactantes)	Pastejo	5	-	-	19.5	Sanches & Morris (1984)
Novilhos	Pastejo (alta taxa de bocados)	5	-	-	46.8	Sanches & Morris (1984)
Novilhos	Pastejo (baixa taxa de bocados)	6	259	-	22.6	Di Marco et al. (1996)
Novilhos Vacas (secas)	Pastejo	7	295	-	16.6	Di Marco et al. (1996)
Vacas (lactantes)	Pastejo	10	-	-	20.0	Brosh et al. (2004)
Vacas	Pastejo (alta oferta)	10	-	75.0	52.5	Brosh et al. (2004)
Vacas	Pastejo (baixa oferta)	27	432	82.5	32.9	Brosh et al. (2006)
Vacas	Pastejo	14	429	96.5	39.8	Brosh et al. (2006)
Novilhos	Pastejo	5	523	67.3	31.3	Miwa et al. (2015)
Novilhos	Pastejo	1369	-	-	21.7	Marcondes et al. (2016)
Vacas	Pastejo	7	589	67.0	30.1	Miwa et al. (2017)
<i>Confinamento</i>						
Novilhas (dieta baixa energia)	Confinado	6	345	52.0	15.8	Brosh et al. (1998)
Novilhas (dieta alta energia)	Confinado	6	337	94.0	27.2	Brosh et al. (1998)
Novilhos	Confinado	-	-	-	20.5	Marcondes et al. (2016)
Vacas	Confinado	7	589	58.1	28.0	Miwa et al. (2017)
<i>Locomoção</i>						
Novilhos	Andando (1 km/h)	7	295	-	16.4	Di Marco et al. (2001)
Novilhos	Andando (2 km/h)	7	295	-	18.4	Di Marco et al. (2001)
Novilhos	Andando (3 km/h)	6	259	-	19.7	Di Marco et al. (2001)
Novilhos	Andando (4 km/h)	7	295	-	20.2	Di Marco et al. (2001)
Novilhos	Andando (2 km/h, 6% declividade)	7	295	-	19.9	Di Marco et al. (2001)
<i>Mantença</i>						
Novilhos	Mantença	6	259	-	14.9	Di Marco et al. (1996)
Novilhos	Mantença	7	295	-	14.3	Di Marco et al. (1996)
Novilhos	Mantença	63	366	-	10.5	Paulino et al. (1999)
Novilhos	Mantença	24	-	-	12.0	Moraes et al. (2009)
Novilhos	Mantença	1369	-	-	13.0	Marcondes et al. (2016)
Novilhos	Mantença	-	-	-	13.4	NRC (2016) e CSIRO (2007)

2.4. Modelo conceitual

O modelo conceitual (Figura 1) propõe que as distintas ofertas de forragem, em ambientes pastoris complexos, como as pastagens naturais, influenciam no gasto energético de bovinos através dos processos de deslocamento e procura por estações alimentares. Como fator central do modelo conceitual temos as ofertas de forragem, determinadas por diferentes intensidades de pastejo.

Em um ecossistema pastoril, os componentes bióticos e abióticos condicionam (de forma manejável ou não manejável) o equilíbrio do ambiente (BAILEY et al. 1996). Entre os fatores abióticos que podem afetar o gasto de energia de bovinos em pastejo, como variáveis ambientais que não são manejáveis, podemos elencar: radiação solar, temperatura, relevo, latitude (MARCONDES et al, 2016; NRC, 2016). Como fatores manejáveis, temos o solo e disponibilidade hídrica. Já nos fatores bióticos que afetam o gasto de energia de bovinos em pastejo estão variáveis relativas à vegetação, como a qualidade e quantidade de forragem, que impactam nos processos metabólicos dos animais e, como variáveis referentes ao animal, elencamos: sexo, idade, tamanho corporal, manutenção de músculos e temperatura corporal (BERGMAN et al., 2001; NRC, 2016)..

As ofertas de forragem moldam a composição florística da vegetação, em decorrência da frequência de desfolha pelos animais nas distintas espécies de plantas. Levantamentos florísticos apontaram a presença de 268 espécies botânicas, distribuídas em 37 famílias (BOLDRINI, 1997). Frente a essa grande diversidade florística, formadora de um duplo estrato na vegetação, os animais realizam maiores deslocamentos na busca de locais preferenciais de pastejo. Por isso, torna-se importante a caracterização da estrutura do pasto, que é definida pela altura, massa de forragem e percentual de touceiras, sendo esses fatores que determinarão o tempo em que o animal permanecerá em cada estação alimentar.

A escala hierárquica do comportamento ingestivo é descrita por vários autores (LACA; ORTEGA, 1995; BAILEY *et al.*, 1996; CARVALHO; MORAES, 2005; BAILEY; PROVENZA, 2008), sendo campo de pastejo, sítio alimentar, *patch*, estação alimentar, até chegar à menor escala, o bocado. Estação alimentar é um semicírculo hipotético, disponível em frente ao animal, que ele alcançaria sem mover suas patas

dianteiras (RUYLE & DWYER, 1985). Carvalho *et al.* (2013) afirmam que a ingestão de forragem em uma estação alimentar é um indicativo dos atributos quanti-qualitativos e estruturais do pasto, pois nelas os animais decidem o tempo de permanência na mesma.

O comportamento ingestivo dos animais em pastejo é a forma como os animais distribuem suas atividades diárias, sendo dependente da estrutura do pasto (CARVALHO *et al.*, 2008). Entre os processos de busca pelo alimento, o tempo de pastejo é considerado o período em que o animal realiza a apreensão de forragem, incluindo pequenos deslocamentos entre estações alimentares. O tempo de ruminação é considerado o período em que o animal não está pastejando, entretanto, está mastigando o bolo alimentar regurgitado pelo rúmen. O tempo de ócio é considerado o período em que o animal não está pastejando, tampouco ruminando, estando incluído as atividades sociais.

O número de passos e o número de estações alimentares será resultado da estrutura do pasto, principalmente a altura do pasto disponível no estrato inferior, em ambientes pastoris heterogêneos (GONÇALVES *et al.*, 2009). Assim como, o tempo e a velocidade de deslocamento dos bovinos em busca de estações preferenciais de pastejo. A taxa de bocados é definida pelo tempo que o animal leva para proferir determinado número de bocados. Em condições de baixa oferta de forragem, os animais necessitam aumentar o número de bocados para suprir suas necessidades diárias, associado haverá aumento na procura de novas estações alimentares (RUYLE E DWYER, 1985). O aumento da atividade de pastejo pode ser mensurado pelo aumento da atividade física dos animais, através da frequência cardíaca. A frequência cardíaca, por sua vez, apresenta uma relação significativa com a taxa metabólica dos bovinos (LACHICA e AGUILERA, 2008). Através dessas variáveis, é possível quantificar o gasto energético dos animais, variável principal do modelo conceitual.

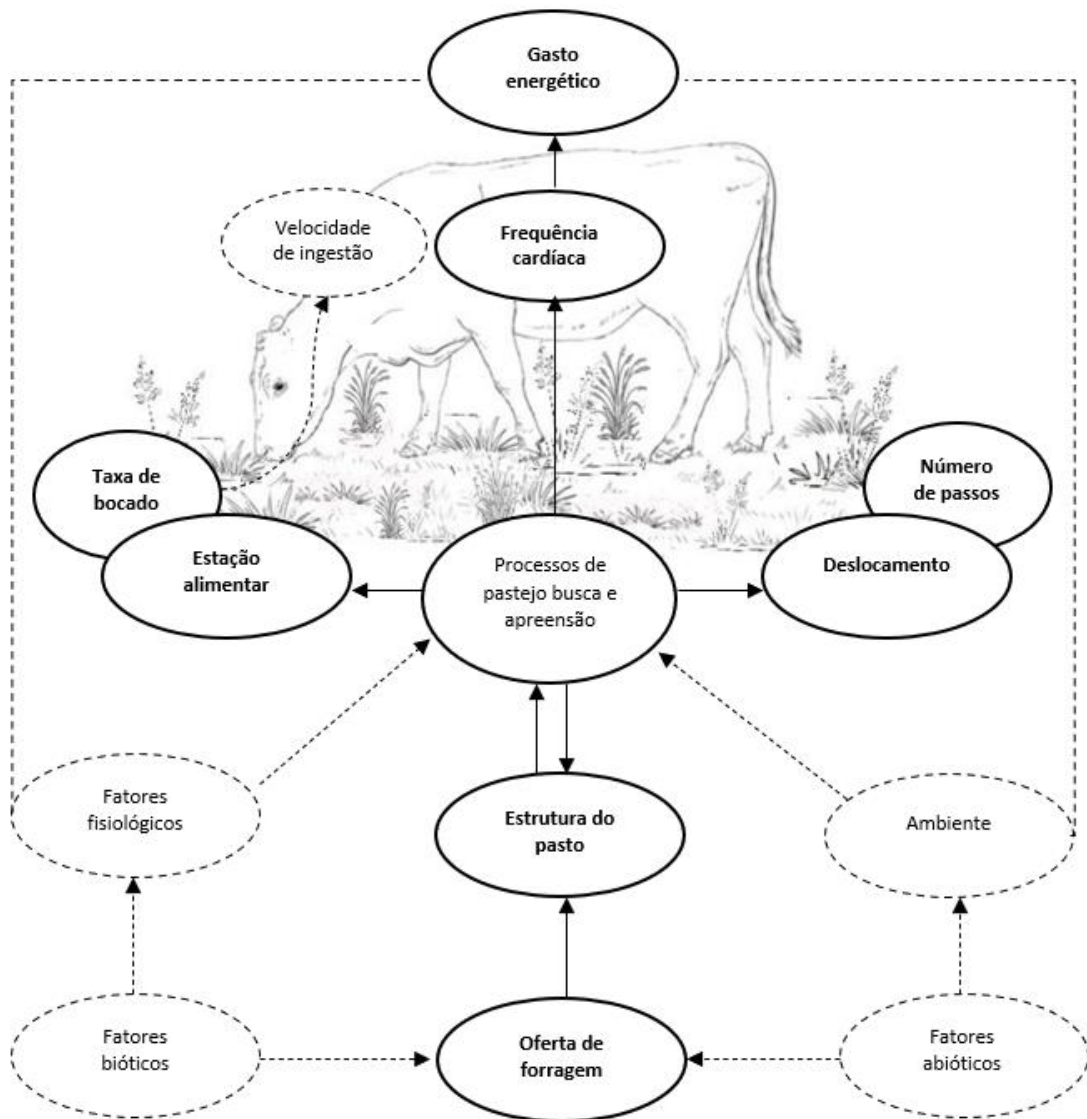


Figura 1. Modelo conceitual proposto para a dissertação de mestrado, com as principais variáveis envolvidas no processo de gasto de energia de bovinos de corte em pastagem natural. Círculos com linha contínua mostram as variáveis medidas e círculos com linhas pontilhadas representam variáveis não medidas neste estudo.

3. HIPÓTESE

O aumento da oferta de forragem em pastagem natural promove alterações na estrutura do pasto e, conseqüentemente, no comportamento ingestivo, padrão de consumo e deslocamento por bovinos de corte. Hipotetiza-se que a estrutura de pasto definida pelo manejo de oferta de forragem moderada (8-12% PV) em pastagem natural, proporciona menor gasto energético por bovinos quando comparada à menor (4% PV) e maior (16% PV) oferta de forragem.

4. OBJETIVO GERAL

Determinar os principais fatores que afetam o gasto energético de novilhos em uma pastagem natural manejada sob diferentes ofertas de forragem.

4.1. Objetivos específicos

- Verificar a influência do manejo de oferta de forragem sobre o comportamento ingestivo e gasto energético de bovinos em pastagem natural;
- Verificar relações entre a estrutura de uma pastagem natural manejada sob distintas ofertas de forragem e o gasto energético de bovinos durante a atividade de pastejo;
- Definir relações entre variáveis do comportamento ingestivo e o gasto energético de bovinos manejados sob distintas ofertas de forragem em pastagem natural.

CAPÍTULO II¹

¹Artigo preparado de acordo com as normas da Revista *Rangeland Ecology & Management* (Anexo 1)

Como a estrutura do pasto e o comportamento ingestivo impactam no gasto energético de novilhos em pastagem natural?

Abstract: The objective of this study was to determine the factors that affect the energy expenditure of steers in natural grassland managed under different forage allowances. Treatments were levels of daily forage allowance (4, 8-12 and 16 kg dry matter per 100 kg of animal body weight [BW]). Sward structure assessments and visual observation of ingestive behavior were performed. Energy expenditure was estimated using the heart rate method with a frequency meter. The displacement (m/min) of the animals was monitored with a high precision GPS (rover). The forage allowances studied promoted contrasting sward structures ($P < 0.05$). The forage allowances 8-12 and 16% BW remain within an optimal range between animal and forage production, as well as the tussock frequency. The identification of classes of food items demonstrated that the forage allowances 8-12 and 16% BW have a diversified sward structure, in relation to 4% BW. The animals performed less steps per minute and longer permanence time in the feeding station in treatments 8-12 and 16% BW. The forage allowances 8-12 and 16% BW provided sward structures favourable to the searching and apprehension of forage by cattle. The moderate forage allowance (8-12% LW) did not provide ($P > 0.05$) reduction in the energy expenditure of steers managed in natural grassland, compared with low (4% BW) and high (16% BW) forage allowances. The energy expenditure of cattle was related to the sward structure, consequently with the searching and apprehension processes. Therefore, measuring the energy expenditure of herbivores in a complex pastoral environment, such as the natural grassland of the Pampa biome, makes it possible to define sward structure management goals that provide a reduction in the energy expenditure of animals, consequently increasing their performance and the efficiency use of available resources.

Keywords: Heart rate, displacement, feeding station, Pampa biome.

1. INTRODUÇÃO

As pastagens naturais do Sul do Brasil são ambientes heterogêneos compostos por aproximadamente 3000 espécies de plantas, em virtude das condições edafoclimáticas (Boldrini et al., 2010). O manejo do pasto, nesses ambientes pastoris heterogêneos, forma a presença de um duplo estrato bem definido, ou seja, um estrato inferior, composto por espécies de hábito de crescimento prostrado e, um estrato superior, formado principalmente, por gramíneas eretas, formadoras de touceiras (Da Trindade et al., 2012; Setelich, 1994).

O processo de procura por forragem em ambientes pastoris complexos, com maior nível de heterogeneidade, faz com que o animal realize maior deslocamento para ter acesso a estações alimentares que lhe permitam garantir elevado consumo de forragem (Carvalho et al., 2015). O monitoramento dos padrões de deslocamento de bovinos por meio de equipamentos tem sido realizado para responder uma ampla variedade de questões (Bailey et al., 2016; Da Trindade et al., 2012; Swain et al., 2011). Nos últimos 20 anos, o monitoramento tem sido realizado com uso de *Global Positioning System (GPS)* e *Geographic Information system (GIS)* (Bailey et al., 2018; Turner et al., 2000). O uso de *GPS* com acelerômetros de três eixos registra movimentos em escalas temporais muito finas (por exemplo, 100 Hz), permitindo maior precisão na detecção do deslocamento dos animais.

O gasto energético de bovinos (o custo de energia para realizar determinada atividade), pode ser determinado por técnicas de calorimetria em ambientes controlados (Garrett, 1980; Head et al., 1984; Young et al., 1975) e, mais recentemente, pela técnica da frequência cardíaca (Brosh et al., 2006; Butler et al., 2004; Hopster and Blokhuis, 1994; Miwa et al., 2015; Puchala et al., 2007), o que possibilitou mensurar o gasto energético animais em ambientes livres.

A atividade de pastejo incrementa as necessidades energéticas dos herbívoros, pelo aumento no gasto de energia com locomoção e apreensão de forragem, sendo possível quantificar esses requerimentos utilizando métodos de medição da atividade física (Miwa et al., 2015). A avaliação cardíaca dos animais em pastejo (Brosh, 2007) quantifica variações na atividade física pela frequência dos batimentos cardíacos, sendo capaz de estimar o gasto energético devido à estreita relação entre frequência cardíaca e taxa metabólica dos animais (Lachica and Aguilera, 2008). No entanto, segundo Miwa (2015), há dificuldade de estimar o gasto energético de ruminantes em ambientes pastoris, pois grande parte das informações que alimentam os modelos preditivos foram obtidas de animais confinados, condições que não refletem os incrementos de energia necessários para os bovinos realizarem a atividade de pastejo. Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo determinar os principais fatores de estrutura do pasto e comportamento ingestivo que afetam o gasto energético de novilhos em pastagem natural manejada sob diferentes ofertas de forragem. Distintas ofertas de forragem proporcionam diferentes níveis de seletividade para os ruminantes, aumentando os custos de energia com maiores deslocamentos em busca por forragem (Carvalho et al., 2015).

Tendo em vista que a estimativa do gasto energético de animais em pastejo torna-se importante para tomada de decisão de manejos eficientes em pastagens (MIWA *et al.*, 2017), a hipótese central deste trabalho é de que existe uma estrutura de pasto, definida pelo manejo de oferta de forragem moderada, que proporciona redução no deslocamento dos animais em pastejo e, conseqüentemente, diminuindo seu gasto energético.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área experimental

O estudo foi desenvolvido em uma área de 64 hectares de pastagem natural situada na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA-UFRGS), localizada no município de Eldorado do Sul, Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil (latitude 30° 05' S, longitude 51° 40' W e altitude de 46 m do nível do mar). O clima da região é classificado como subtropical úmido, com verões quentes e precipitação média anual de 1455 mm, segundo a classificação climática de Köppen (Wrege et al., 2012). Foram coletados dados de temperatura (°C) e precipitação pluviométrica (mm) de uma estação meteorológica situada aproximadamente a 1 km da área experimental. Durante o período experimental, a temperatura média do ar foi 19,8 °C, e a precipitação foi de, aproximadamente, 0,5 mm. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico e Plintossolo (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2018).

2.2. Descrição da vegetação

A área experimental é composta principalmente por espécies de plantas da família Poaceae: *Paspalum notatum*, *Paspalum pumilum*, *Paspalum paucifolium*, *Axonopus affinis*, *Piptochaetium montevidenses* e *Mnesithea selloana* (Boldrini et al., 2010). Com o aumento da oferta de forragem, touceiras são formadas, principalmente por espécies de *Aristida filifolia*, *Eryngium horridum*, *Andropogon lateralis*, *Andropogon virgatus*, *Baccharis trimera*, *Baccharis crispa*, e *Vernonia nudiflora*,

configurados numa estrutura do pasto com heterogeneidade espacial e dispersos em mosaicos (Côrrea and Maraschin, 1994; Cruz et al., 2010).

2.3. Tratamentos, Delineamento e Período Experimental

Os tratamentos que compõem o protocolo experimental de longa duração intitulado “Nativão” (Carvalho et al., 2019), conduzido desde 1986, são: 4% (4 Kg MS/100 Kg PV); 8% (8 Kg MS/100 Kg PV); 12% (12 Kg MS/100 Kg PV) e 16% (16 Kg MS/100 Kg PV) de oferta de forragem fixa diária ao longo do ano e, 8-12% (8-12 Kg MS/100 Kg PV) de oferta de forragem variável (8% de oferta de forragem na primavera e 12% de oferta de forragem no restante das estações do ano). Recentemente, dois tratamentos que eram mantidos sob oferta de forragem variável foram transformados em tratamentos de manejo da estrutura do pasto (Carvalho et al., 2019), sendo: controle parcial da estrutura (manejado para manter a altura do estrato inferior entre 8 e 12 cm e percentual de até 35% de touceiras) e controle total da estrutura (manejado para manter a altura do pasto entre 8-12 cm e sem touceiras) (Figura 2a).

Para o presente estudo foram utilizados os seguintes tratamentos: 4% (4 Kg MS/100 Kg PV), 8-12% (8-12 Kg MS/100 Kg PV) e 16% (16 Kg MS/100 Kg PV), por apresentarem ofertas de forragem contrastantes. A área experimental utilizada neste trabalho contemplou 6 piquetes (unidade experimental, UE) de $4,04 \pm 0,09$ ha. O delineamento experimental é de blocos ao acaso (BAC) com duas repetições de área por tratamento, sendo o critério de bloqueamento os diferentes tipos de solo (Figura 2b). O período de coleta de dados compreendeu os meses de abril a junho de 2019. A ordem das avaliações seguiu um sorteio aleatório por bloco (ordem de avaliação do bloco para cada período). Foram realizadas avaliações de massa de forragem e altura georreferenciada do pasto. As avaliações de massa de forragem, no primeiro período

experimental, foram realizadas nas seguintes datas: 08/04/2019 e 12/04/2019 para o bloco 2 e bloco 1, respectivamente. O segundo período de avaliação ocorreu em 19/06/2019 para os dois blocos. As avaliações de altura do pasto, no primeiro período, foram realizadas entre 07/04/2019 e 21/04/2019. No segundo período, foram realizadas entre 15/06/2019 e 18/06/2019.

Foram realizadas avaliações de comportamento ingestivo e frequência cardíaca. O primeiro período compreendeu as datas de 08/04/2019 e 23/04/2019 para o bloco 2 e bloco 1, respectivamente. O segundo período foi realizado nas datas 05/06/2019 e 10/06/2019 para o bloco 2 e bloco 1, respectivamente.

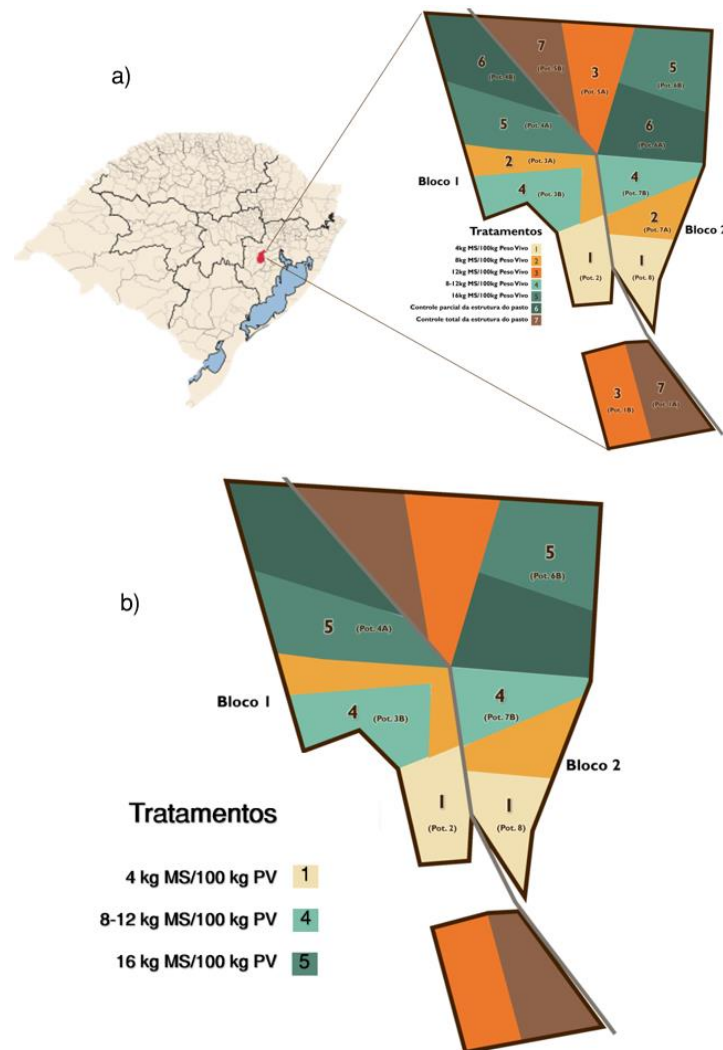


Figura 2. a) Croqui área experimental do protocolo de longa duração “Nativão”. b) Croqui salientando as unidades experimentais utilizadas neste estudo.

2.4. Medições no pasto

A massa de forragem foi determinada, em cada período de avaliação, por seis cortes aleatórios de forragem por UE, em área delimitada por um quadrado de 0,25m² (Figura 3). Os cortes foram realizados com uma tesoura de tosquia elétrica, em nível do solo. A forragem coletada foi armazenada em sacos de papel e posteriormente seca em estufa de ar forçado a 55°C por 72 horas, e após pesada em balança de precisão de 10 gramas para determinação do valor em Kg de matéria seca (MS).



Figura 3. Equipamentos utilizados para avaliação de massa de forragem: 1) Tesoura de esquila elétrica; 2) Quadro de área conhecida (0,25 m²).

A altura do pasto (cm) foi georreferenciada, sendo usada uma Base (*RTK GNSS Receiver Model: Reach RS*, versão: 1.01, Figura 4) como estação base para conexão com *GPS - Rover (Emlid Reach Multi-system RTK GNSS Receiver)*, instalado na base superior do bastão graduado de 100 cm, denominado *sward stick* (Barthram, 1985,

Figura 4). O GPS armazenava as coordenadas de latitude e longitude e altura em relação ao nível do mar. Essas coordenadas foram posteriormente corrigidas pela estação Base.

A localização precisa foi alcançada em tempo real usando os dois receptores, Base e GPS. A comunicação constante entre Base e GPS ocorreu através de uma conexão *Wi-Fi* criada com o auxílio de um roteador de 300 Mbps (megabit por segundo) de duas antenas. Uma bateria de 12 volts, 60 amperes e polo positivo, foi usada como tomada de força, juntamente com um inversor de tensão (Figura 4).



Figura 4. Equipamentos usados para avaliação de alturas do pasto georreferenciadas: 1) Tripé adaptado para aumentar precisão do sinal do roteador, 2) roteador, 3) inversor de tensão, 4) bateria, 5) Base RTK, 6) tripé com nível, 7) *sward stick*, 8) antena do GPS Rover e 9) GPS Rover para coletar as coordenadas do ponto de altura.

A altura do pasto foi coletada mediante caminhada sistemática (Figura 5), sendo coletado um valor de altura de estrato inferior ou de estrato superior do pasto

(touceira) a cada 20 passos realizados pelos avaliadores. Ao todo foram realizadas 100 amostragens de altura por unidade experimental, em cada período de avaliação. A frequência de touceiras foi determinada pela relação entre o número de vezes em que o item foi identificado no caminhamento sistemático, dividido pelo número total de pontos amostrados.



Figura 5. Identificação dos locais de avaliação da altura do pasto no piquete 7B do tratamento 8-12 kg MS /100 kg 100 PV. Cada círculo preto seguido por um número acima representa uma altura georreferenciada do pasto e um grupo das classes de itens alimentares.

Concomitante com a avaliação de altura do pasto, foi realizada a descrição da vegetação a partir de cinco classes de itens alimentares compostos por diferentes espécies forrageiras, determinadas no mesmo protocolo experimental (Azambuja et al., 2020, Tabela 2).

Tabela 2. Principais espécies forrageiras encontradas nas cinco classes de itens alimentares, no mesmo protocolo experimental.

Classes de itens alimentares	Definição e principais espécies forrageiras
1	Gramíneas de baixo porte de zona úmida: <i>Luziola peruviana</i> , <i>Panicum aquaticum</i> , <i>Mnesithea selloana</i> , <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Paspalum pumilum</i> e <i>Paspalum notatum</i> .
2	Não gramíneas e gramíneas de baixo porte: <i>Vernonia nudiflora</i> , <i>Baccharis trimera</i> , <i>Desmodium incanum</i> , <i>Eleocharis viridans</i> , <i>Paspalum pumilum</i> e <i>Axonopus affinis</i> .
3	Poaceae e espécies mistas: <i>Paspalum notatum</i> , <i>Paspalum pumilum</i> , <i>Piptochaetium montevidese</i> , <i>Rhynchospora globosa</i> e <i>Paspalum paucifolium</i> .
4	Poaceae (touceira): <i>Andropogon lateralis</i> and <i>Andropogon virgatus</i> .
5	Poaceae e Apiaceae (touceira): <i>Eryngium horridum</i> , <i>Aristida leavis</i> , <i>Aristida flaccida</i> , <i>Aristida jubata</i> and <i>Sorghastrum sp...</i>

Fonte: Adaptado de Azambuja Filho et al. (2020).

2.5. Avaliação nos animais

As avaliações de comportamento ingestivo e frequência cardíaca foram realizadas em 12 novilhos de corte da raça Brangus, machos castrados com idade e peso médio de 18 meses e 228±29 kg. Previamente ao início do período de avaliação, os novilhos passaram por um processo de adaptação de aproximadamente 45 dias para familiarização à utilização dos equipamentos e presença de avaliadores. Durante as avaliações, dois animais *testers* por UE foram equipados com *GPS Rover (Emlid Reach Multi-system RTK GNSS Receiver*, Figura 6) para monitorar o deslocamento e Frequencímetro (Polar: *H7 Bluetooth Heart Rate Sensor Belt Set*), para mensurar a frequência cardíaca (FC). O aparelho foi acoplado na região torácica de cada animal *tester*. Para isso, foi realizada uma tricotomia (raspagem do pelo) na região torácica do lado esquerdo dos animais, sendo, entre a altura da cernelha e osso esterno

(Figura 7). Os animais *testers* permaneceram com os equipamentos por 24 h e, foram pesados com balança de precisão de 10 gramas, antes e depois de cada período de avaliação.

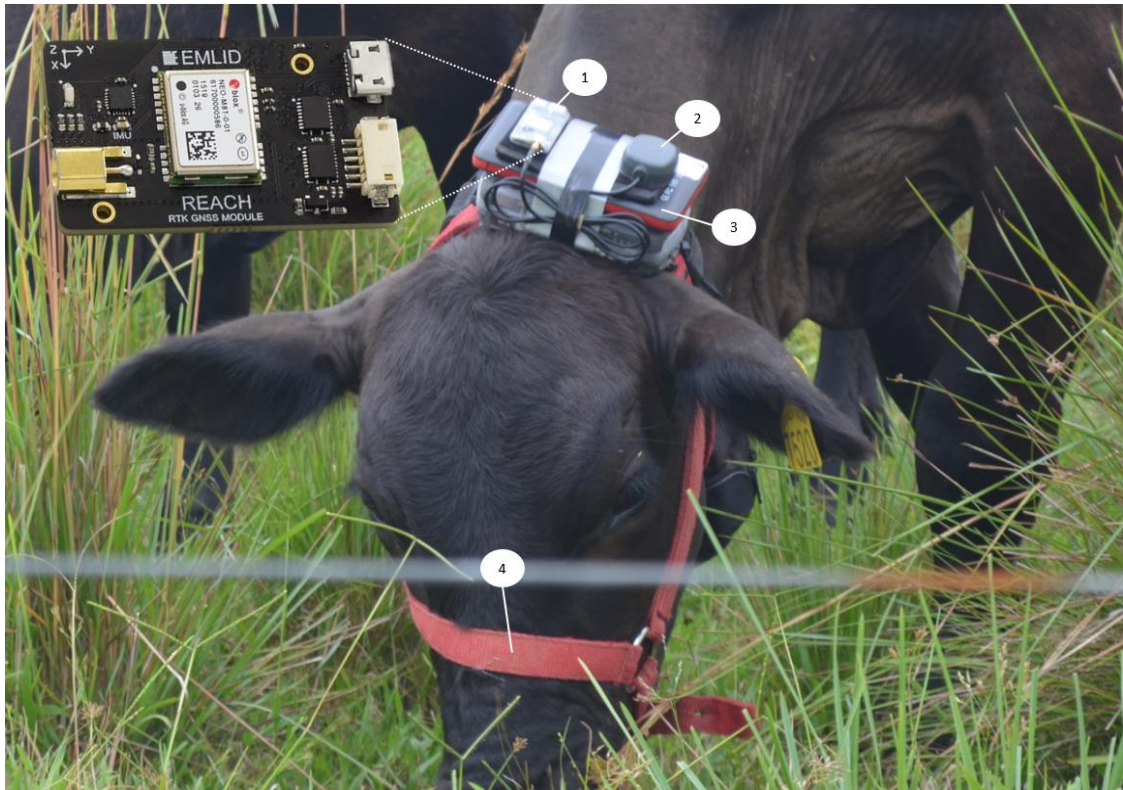


Figura 6. Animal com equipamentos de detecção do deslocamento: (1) *Rover*, (2) antena multi-GNSS Tallysman, (3) *power bank*, (4) buçal.

O *Rover* registou as coordenadas, latitude, longitude, data e horário, durante 24 h consecutivas. Nesse trabalho, utilizamos duas horas de observações de deslocamento ($n=718186$), sendo a latitude e longitude usadas para calcular o ângulo de deslocamento, cosseno do ângulo e velocidade de deslocamento (m/s). Todos os cálculos foram realizados no pacote *adehabitatLT* (Calenge, 2006) do programa estatístico R (RStudio Team, 2018). A velocidade de deslocamento (m/s) foi ajustada para metros por minuto (m/min), e posteriormente, para podermos comparar as atividades de deslocamento com intervalos intra-refeições, utilizamos intervalos de

deslocamento de cinco minutos, conforme recomendado na literatura (Larson-Praplan et al., 2015).

O comportamento ingestivo dos animais foi avaliado de forma visual, nos períodos de pico de pastejo, início da manhã e no final da tarde (Hodgson, 1990). Foi observado o tempo que os animais levavam para realizar 20 bocados (Hodgson, 1982). A partir disso, calculamos a taxa de bocados (bocados/minuto). Os animais foram observados por avaliadores treinados que também realizaram a contagem do número de estações alimentares visitadas e o número de passos realizados pelos animais entre estações alimentares. Uma estação alimentar (EA) foi definida como o semicírculo hipotético disponível em frente ao animal que pode ser alcançado sem que seja necessário mover as patas dianteiras (Ruyle and Dwyer, 1985). Os passos foram contabilizados, utilizando-se como critério a movimentação das patas dianteiras dos animais. A partir dessa avaliação, foi calculado o número de passos por minuto, o número de passos entre estações alimentares, o tempo de permanência na estação alimentar (segundos/estação alimentar) e o número de estações alimentares por minuto.

Os dados obtidos pelo frequencímetro foram emparelhados por *Bluetooth* ao aplicativo *Heart Rate Variability Logger*, instalado no *iPhone* (Apple, Cupertino, CA, EUA, versão 5S ou superior), o qual registrou a intensidade em tempo real de frequência cardíaca de cada animal *tester*. O *iPhone* foi acoplado no pescoço do animal com auxílio de um estojo (Figura 7).

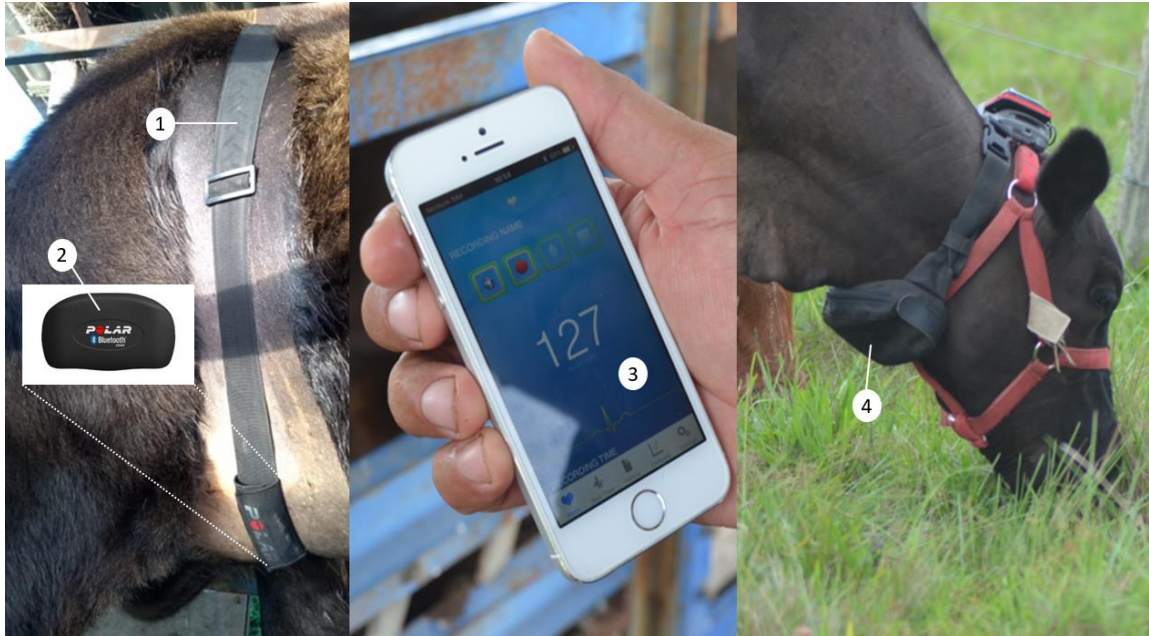


Figura 7. Animal com os equipamentos para avaliação de frequência cardíaca: (1) cinta monitora cardíaca Polar H7 *Bluetooth*, (2) sensor de frequência cardíaca Polar H7 *Bluetooth*, (3) *iPhone* com o aplicativo *Heart Rate Variability Logger*, (4) estojo para armazenar *iPhone* durante avaliação.

O frequencímetro gerou observações de batimentos cardíacos por segundo. Foram desconsiderados os valores de frequência cardíaca abaixo de 40 batimentos por minuto (bpm), e acima de 200 bpm, de acordo com valores de referência encontrados na literatura e dentro da normalidade para espécie animal utilizada nesse trabalho (Erickson and Dettweiler, 2006). Foram utilizadas duas horas de coleta de frequência cardíaca por animal, período equivalente ao registrado para o deslocamento e tempo de pastejo dos animais. Para isso, a frequência cardíaca foi calculada por intervalos de cinco minutos, tempo em que ocorre a mudança de atividade intra-refeição (Gibb, 1998; Larson-Praplan et al., 2015). O gasto energético (GE) com base na frequência cardíaca dos animais foi calculado segundo o modelo 1 (Miwa et al., 2015).

$$GE = 2.907 * FC^{0.516} * PV^{0.777} \quad (1)$$

Sendo: GE representa o gasto energético em pastejo (KJ/kg PV^{0,75}/hora), FC significa a frequência cardíaca (bpm) de duas horas de atividade de pastejo, e PV é o peso vivo dos animais experimentais.

O gasto energético diário em atividade de pastejo (GE_{pastejo}, KJ/kg PV^{0,75}) foi calculado pela multiplicação do gasto energético, obtido pelo modelo 1, e o tempo diário de pastejo, em horas, obtido por um modelo de regressão que relaciona o tempo de pastejo com a altura do pasto e o percentual de touceiras (Carvalho et al., 2015), ajustado para as condições de estrutura de pasto do presente trabalho (valores médios estimados: 4% PV= 9,9; 8-12% PV= 12,4 e 16% PV= 12,8 horas). O modelo foi obtido através de dados coletados no mesmo protocolo experimental (Da Trindade et al., 2012; Mezzalira et al., 2012).

2.6. Análise estatística

Inicialmente, as pressuposições da análise de variância (ANOVA) foram testadas usando testes de normalidade, homocedasticidade ($P > 0,05$) e independência de resíduos, por meio dos testes *Shapiro Wilk*, *Bartlett* e análise visual dos resíduos. Após esse passo, os dados foram submetidos à ANOVA em nível de 5% de significância, utilizando-se um modelo misto por meio da função *lme* do pacote *nlme* do programa estatístico R (RStudio Team, 2018). Foram testados diferentes

modelos, comparados com base no critério AIC (Akaike, 1973). O modelo que melhor se ajustou às variáveis relacionadas aos animais incluiu a oferta de forragem como efeito fixo e, como efeito aleatório, foi incluído o período de avaliação. O modelo que melhor se ajustou às variáveis de pasto considerou a oferta de forragem como efeito fixo e, como efeito aleatório, foi considerado o bloco. Os resultados das cinco classes de itens alimentares foram analisados considerando um modelo de parcelas subdivididas, sendo o tratamento de oferta de forragem a parcela e a classe a subparcela. Foi utilizado o pacote *ExpDes* (Ferreira et al., 2014) do programa estatístico R (RStudio Team, 2018). Quando detectadas diferenças entre as médias, estas foram comparadas pelo teste t (Student), utilizando-se o pacote *emmeans* (Lenth et al., 2019). Para relacionar as variáveis de estrutura do pasto, comportamento ingestivo, deslocamento, frequência cardíaca e gasto energético dos animais, foi utilizada análise de correlação de *Pearson* por meio do pacote *corrplot* do programa estatístico R (RStudio Team, 2018). Também foram testados modelos de regressão linear e polinomial para determinação da influência da estrutura do pasto sobre o comportamento ingestivo e gasto energético dos animais. Foi utilizado o programa estatístico R (v. 3.6.2).

3. RESULTADOS

3.1. Características Estruturais e Alimentares do pasto

A massa de forragem diferiu entre os tratamentos de oferta de forragem ($P < 0,0001$, Tabela 3). A massa de forragem foi superior no tratamento 16% PV, intermediária no tratamento 8-12% PV e inferior no tratamento 4% PV, ratificando a

diferença entre os gradientes de estrutura do pasto. A altura do pasto foi similar entre os tratamentos de oferta de forragem intermediária e alta, 8-12 e 16% PV, respectivamente, com menores valores de altura do pasto na oferta 4% PV ($P < 0,0001$, Tabela 2). Verificou-se não haver diferença na frequência de touceiras entre os tratamentos 8-12 e 16% PV, mas ambos apresentaram frequência de touceiras superior ao tratamento 4% PV ($P < 0,0001$, Tabela 3). No que tange à altura de touceiras, o tratamento 16% PV apresentou touceiras com altura superior ($P < 0,0022$, Tabela 3).

Tabela 3. Características estruturais de uma pastagem natural manejada sob distintas ofertas de forragem.

Variáveis de estrutura do pasto	Oferta de forragem (% PV)			Desvio padrão	Valor <i>P</i>
	4	8 -12	16		
<i>Estrato inferior</i>					
Massa de forragem (kg MS/ha)	649 ^c	1366 ^b	2646 ^a	87,5	0,0001
Altura do pasto (cm)	4,5 ^b	8,7 ^a	10,0 ^a	0,48	0,0001
<i>Touceiras</i>					
Frequência de touceiras (%)	8 ^b	37 ^a	36 ^a	0,97	0,0001
Altura de touceira (cm)	-	39,7 ^b	55,9 ^a	2,23	0,0022

Letras distintas, na linha, diferem pelo teste t ($P < 0,05$)

As cinco classes de itens alimentares identificadas no caminhamento sistemático apresentaram diferença em sua ocorrência entre as ofertas de forragem (Figura 8). As classes de itens alimentares 1 (classe1) e 3 (classe3) foram mais frequentes no tratamento 4% PV, quando comparado às ofertas 8-12 e 16% PV. Em contrapartida, as classes de itens alimentares 4 (classe4) e 5 (classe5) apresentaram resposta contrária, sendo superior nos tratamentos 8-12 e 16% PV em relação à menor oferta de forragem (4% PV). Já a frequência da classe de itens alimentares 2 (classe2) foi similar entre os tratamentos ($P > 0,05$; Figura 8).

Quando analisamos a ocorrência das classes alimentares dentro de cada tratamento (Figura 8), observamos que na oferta de forragem 4% PV, as classes 2, 4, 5 não apresentaram diferença entre si ($P>0,05$), mas foram inferiores à frequência das classes 3 e 1 ($P<0,05$), com valores de 50% e 35%, respectivamente.

No tratamento 8-12% PV, as maiores frequências encontradas foram das classes 3 e 4 ($P>0,05$), sendo a classe 5 com frequência intermediária. Menores frequências foram observadas nas classes 1 e 2 ($P<0,05$). No tratamento 16% PV, as classes 3 e 4 foram mais frequentes, as classes 1 e 5 apresentaram frequência intermediária, sendo a classe 2 menos frequente ($P<0,05$).

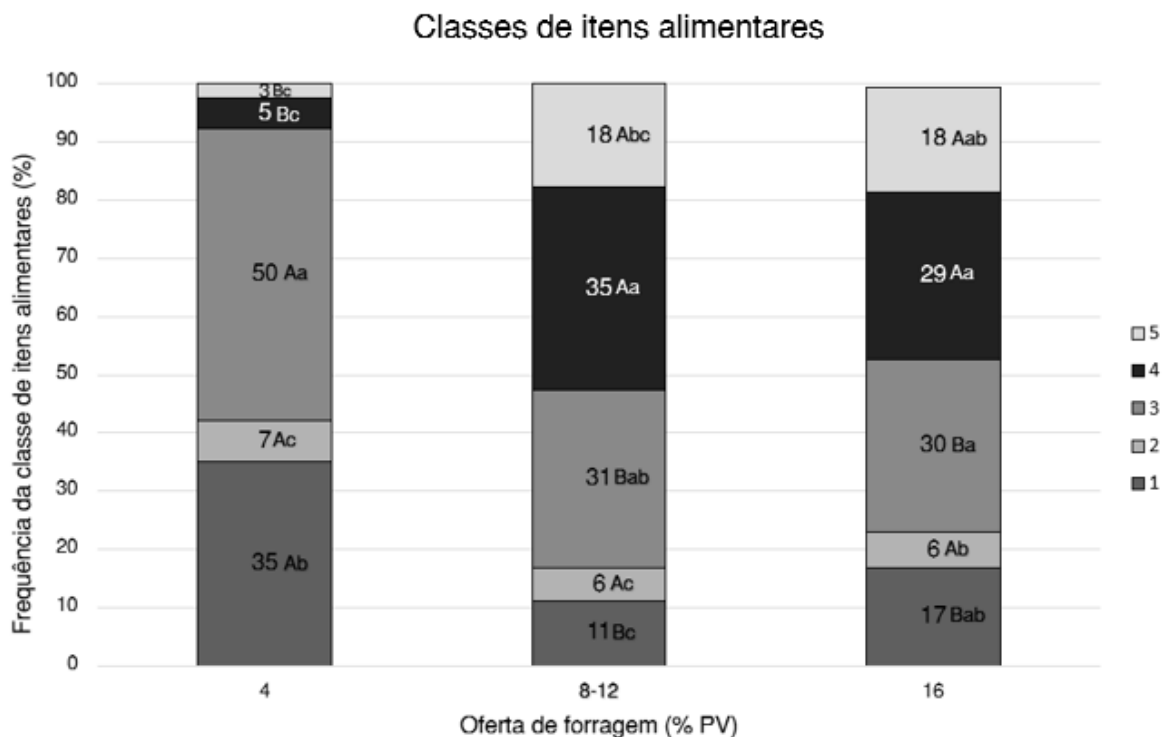


Figura 8. Ocorrência das classes de itens alimentares encontrados no caminhamento sistemático de uma pastagem natural manejada sob diferentes ofertas de forragem. Letras maiúsculas distintas diferem as Classes de itens alimentares entre tratamentos pelo teste de t ($P<0,05$). Letras minúsculas distintas diferem as Classes de itens alimentares dentro de cada tratamento pelo teste de t ($P<0,05$).

3.2. Comportamento ingestivo e gasto energético

Observamos maior taxa de bocados pelos novilhos mantidos na menor oferta de forragem (4% PV), quando comparado à maior oferta de forragem, 16% PV ($P < 0,05$, Tabela 4), sem diferir da oferta intermediária 8-12% PV. O número de estações alimentares e passos por minuto diferiram entre os tratamentos, sendo superior na oferta 4% PV ($P < 0,0001$). De forma contrária, menor tempo de permanência na estação alimentar foi encontrado no tratamento 4% PV. Não observamos diferença entre os distintos tratamentos para velocidade de deslocamento e frequência cardíaca dos animais, gasto energético por hora ou gasto energético diário em pastejo ($P > 0,05$, Tabela 4).

Tabela 4. Comportamento ingestivo e gasto energético de novilhos manejados em pastagem natural com distintos níveis de oferta de forragem.

	Oferta de forragem (% PV)			Desvio padrão	Valor P
	4	8 -12	16		
Comportamento ingestivo					
TBoc (boc/min)	35,5 ^a	28,7 ^{ab}	23,2 ^b	3,9	0,0344
Passos (número/min)	11,0 ^a	6,2 ^b	6,7 ^b	0,62	0,0001
TPEA (s)	8,4 ^b	12,7 ^a	12,9 ^a	0,88	0,0001
NEA (número/min)	7,4 ^a	4,9 ^b	5,0 ^b	0,47	0,0001
Deslocamento (metros/min)	6,1	4,5	4,5	1,08	0,3467
Gasto energético					
FC (batimentos/min)	114	131	95	14,7	0,0852
GE (KJ//Kg PV ^{0,75} /hora)	88,1	96,3	91,6	7,44	0,7424
GEpastejo (KJ/Kg PV ^{0,75})	885	1,179	1,175	86,7	0,0891

Letras distintas, na linha, diferem pelo teste t ($P < 0,05$)

Taxa de bocados (TBoc), Número de passos por minuto (Passos), Tempo de permanência na estação alimentar (TPEA), Número de estações alimentares por minuto (NEA), Frequência cardíaca (FC), Gasto energético (GE) e Gasto energético diário em pastejo (GEpastejo).

Foram testadas correlações entre as variáveis avaliadas (Figura 9), e observou-se correlação positiva entre frequência de touceiras e altura do pasto ($r= 0,89$; $P<0,0001$), assim como entre frequência de touceiras e tempo de permanência na estação alimentar ($r= 0,69$; $P<0,0001$). A frequência de touceiras apresentou correlação negativa com o número de passos por minuto ($r= -0,82$; $P<0,0001$, Figura 9), ou seja, os animais reduziram o número de passos quando aumentou a frequência de touceiras. De forma semelhante, com o acréscimo na frequência de touceiras, os animais exploraram menor número de estações alimentares por minuto ($r= -0,72$; $P<0,0001$).

A altura do pasto apresentou correlação positiva com a massa de forragem ($r= 0,79$; $p<0,0001$, Figura 9). Já o número de passos por minuto apresentou correlação negativa com a altura do pasto ($r= -0,77$; $p<0,0001$) e com a massa de forragem ($r= -0,68$; $p<0,0001$), ou seja, com o aumento na altura do pasto e massa de forragem, os animais reduziram o número de passos por minuto.

A massa de forragem apresentou correlação positiva com o tempo de permanência na estação alimentar ($r= 0,71$; $p<0,0001$, Figura 9), indicando que os animais permaneceram mais tempo na estação alimentar nas maiores ofertas de forragem. Por outro lado, os animais diminuíram o número de estações alimentares visitadas por minuto com o aumento da massa de forragem ($r= -0,70$; $P<0,0001$).

O gasto energético em pastejo apresentou correlação positiva com altura do pasto ($r= 0,66$; $P< 0,0188$), e com Classe 5 ($r= 0,77$; $P<0,0028$). Por outro lado, foi observada correlação negativa entre gasto energético em pastejo e Classe 1 ($r= -0,59$; $P<0,0400$), e com número de passos por minuto ($r= -0,60$; $P<0,0347$, Figura 9).

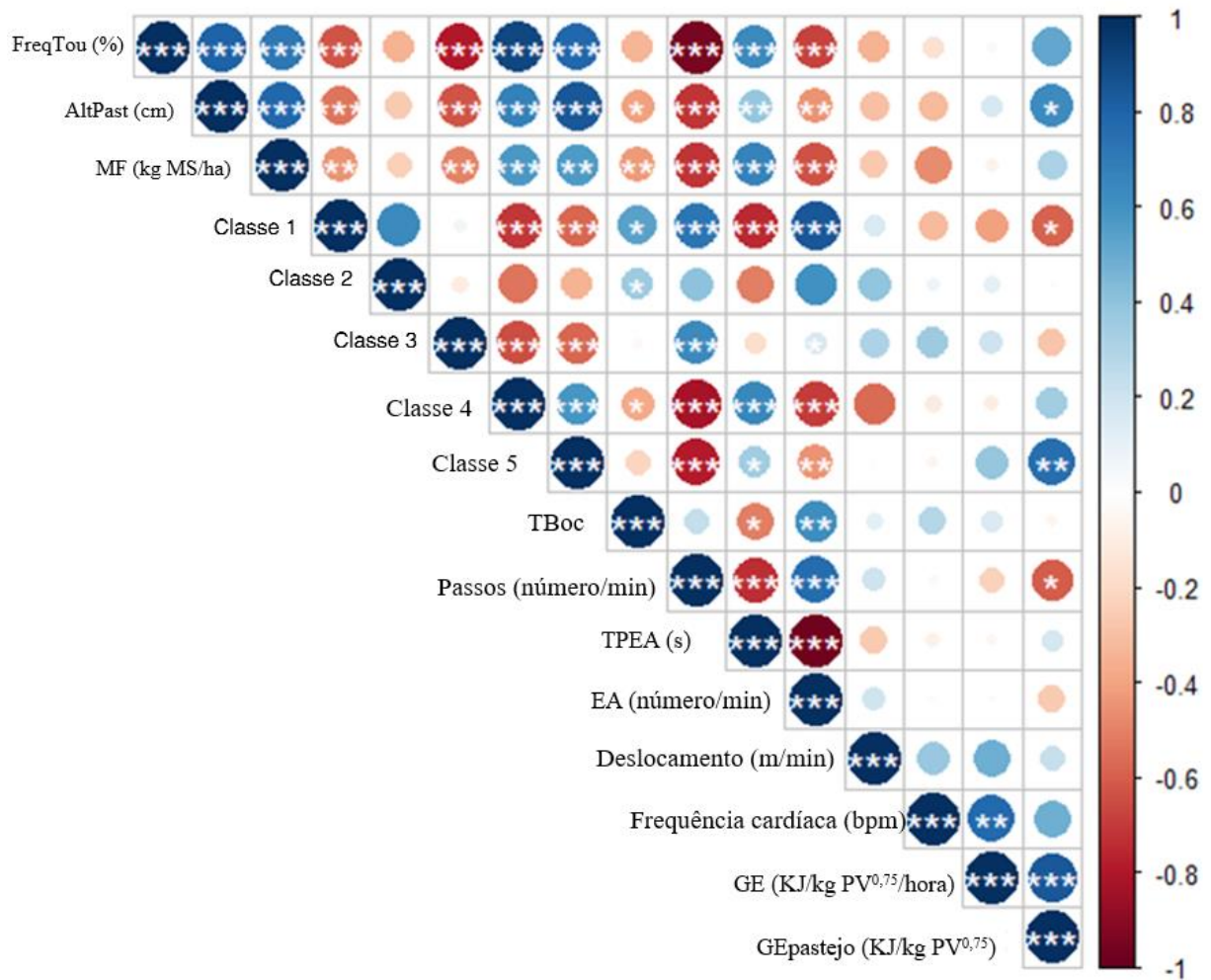


Figura 9. Matriz de correlação entre as variáveis estruturais do pasto, comportamento ingestivo e gasto energético de novilhos manejados em pastagem natural sob níveis de oferta de forragem.

Observamos resposta quadrática significativa para o número de passos por minuto ($P < 0,0038$) e tempo de permanência na estação alimentar ($P < 0,0001$) em função da altura do pasto (Figura 10a). Sob baixa altura do pasto (valores observados no tratamento 4% PV), os animais realizaram maior número de passos por minuto e permaneceram menos tempo na estação alimentar. Com o aumento na altura do pasto, observou-se redução no número de passos e aumento no tempo de permanência na estação alimentar, até alturas entre 8,7 cm

(altura em que se obteve maior valor de TPEA) e 10,0 cm (altura em que se observou menor número de passos). A partir de então, houve inversão na curva de resposta.

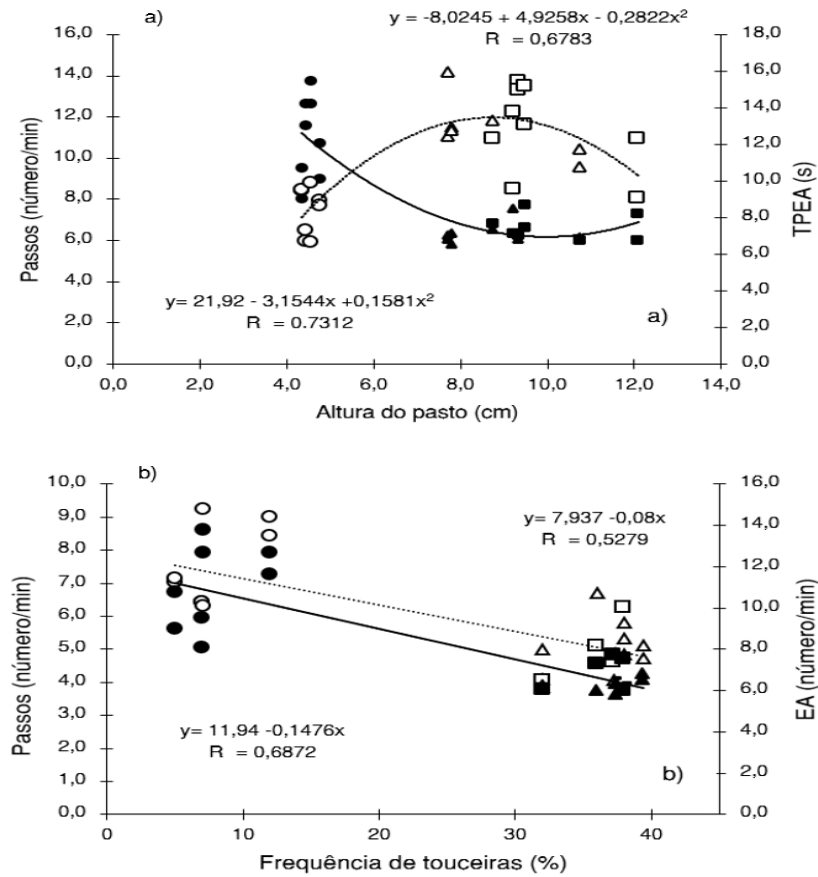


Figura 10. a) Modelos de regressão para número de passos por minuto (linha contínua) e tempo de permanência na estação alimentar (TPEA, linha tracejada) em relação à altura do pasto. b) Modelos de regressão para número de passos por minuto (linha contínua) e número estações alimentares por minuto (linha tracejada) em relação à frequência de touceiras. Legenda dos pontos correspondentes aos tratamentos: 4% PV= ○, 8-12% PV=△, 16% PV=□.

O número de passos por minuto ($P < 0,0001$) e o número de estações alimentares por minuto (EA, $P < 0,0001$) se ajustaram a um modelo de regressão linear negativa em função da frequência de touceiras (Figura 10b). Com o aumento na frequência de touceiras, resposta que está diretamente associada ao aumento na

oferta de forragem, observou-se redução no número de passos e estações alimentares visitadas por minuto.

4. DISCUSSÃO

O principal propósito desse trabalho foi estimar o quanto de energia novilhos de corte gastam durante a atividade de busca por forragem, quando manejados sob diferentes ofertas de forragem em pastagem natural (4, 8-12 e 16% PV). Os resultados demonstram que variações na estrutura do pasto (Tabela 3), definidas por ofertas de forragem contrastantes, não afetam o gasto de energia de bovinos em pastejo (Tabela 4).

Na menor oferta de forragem, observa-se situação restritiva à seletividade animal, com menor massa de forragem e altura do pasto, além de menor percentual de touceiras (Tabela 3), sendo formadas por espécies como *Baccharis trimera* e *Eryngium horridum*, que apresentam baixo consumo pelos animais (Azambuja et al., 2020). Nas ofertas de forragem 8-12 e 16% PV, os animais encontram patches com maiores valores de altura e massa, assim como percentual de touceiras em torno de 36,5% (Tabela 3), valor próximo ao reportado por Bremm et al. (2012) e Trindade et al. (2016) como não limitante à massa do bocado e à velocidade de ingestão por bovinos.

As ofertas de forragem 8-12 e 16% PV, apesar da diferença na ordem 51% na massa de forragem e 16 cm na altura de touceiras, não afetaram as variáveis de comportamento ingestivo dos animais. Já no tratamento 4% PV, as diferenças observadas justificam-se não só pela baixa massa de forragem, mas pela baixa altura do pasto (Tabela 3), prejudicando a profundidade do bocado e, conseqüentemente, a massa do bocado e a ingestão de matéria seca (Gonçalves et al., 2009; Laca et al.,

1992). Sendo a altura do pasto um condicionante da ingestão de matéria seca pelos animais, os tratamentos 8-12 e 16% PV proporcionaram estruturas de pasto não limitantes à ingestão, pois os valores (Tabela 3) ficaram próximos da altura que maximiza a velocidade de ingestão por bovinos em pastagem natural (11,4 cm), encontrado por Gonçalves et al. (2009). Porém, o tratamento 4% PV manteve-se com altura de 4,5 cm e, com a constante desfolha do pasto em cada bocado (remoção na ordem de 50%, Laca et al., 1992), essa condição implica no aumento de outras atividades do processo de pastejo, como taxa de bocados (Tabela 4), no intuito de compensar limitações na ingestão devido à baixa oferta de forragem.

Mediante a estrutura de pasto encontrada no tratamento 4% PV, com maior frequência de itens alimentares de Classe 3 e Classe 1 (Figura 8), os animais realizaram maior número de estações alimentares e passos por minuto, na tentativa de aumentar a colheita de forragem (Mezzalira et al., 2012a). Azambuja et al. (2020) relataram em seu estudo que nessas classes, os animais realizam bocados em espécies vegetais de alto valor nutricional, mas de pequena massa de bocado, na ordem de 0,09 e 0,11 g para as classes 1 e 3, respectivamente. Do contrário, os animais nos tratamentos 8-12 e 16% PV caminharam menos entre estações alimentares, pois tiveram acesso a uma estrutura de pasto com altura próxima do ideal para maximizar a velocidade de ingestão de forragem, com frequência de classes mais homogêneas em proporção e, conseqüentemente, maior diversidade alimentar.

Quando observada uma estrutura de pasto favorável ao pastejo e à ingestão de forragem (Gonçalves et al., 2009), evidenciamos maior tempo de permanência na estação alimentar, já que os animais submetidos aos tratamentos 8-12 e 16% PV permaneceram 4,5 segundos a mais explorando cada estação alimentar comparativamente aos submetidos à oferta 4% PV. O aumento no tempo de

permanência na estação alimentar em função das condições de estrutura do pasto (Bailey et al., 1996) é confirmado pela correlação positiva da massa de forragem e altura do pasto com o tempo de permanência na estação alimentar (Figura 9).

Como o aumento da altura do pasto nos tratamentos 8-12 e 16% PV, observou-se menor número de estações alimentares visitadas por minuto em relação ao tratamento 4% PV. Os animais permanecem na estação alimentar até que percebem que a estrutura disponível na estação alimentar é inferior à média, então buscam novas estações alimentares que promovam maior taxa de ingestão (Charnov, 1976; Bailey et al., 1996). Nas Classes 4 e 5 (touceiras), os animais permanecem pouco tempo. Pela relação custo-benefício, os animais pastejam as Classes 4 e 5 quando a frequência delas é alta, mas não permanecem muito tempo nelas, em procura de novas estações alimentares mais favoráveis à ingestão (Bremm et al., 2012). Nessas condições, as touceiras, que também compõem a dieta, se tornam uma barreira física, reduzindo o deslocamento dos animais, que exploram por mais tempo *patches* ricos em nutrientes e pouco tempo em *patches* pobres em nutrientes (Bailey and Provenza, 2008).

A característica estrutural dos tratamentos 8-12 e 16% PV proporcionou aos animais um ambiente pastoril mais favorável à ingestão de forragem quando comparado à oferta 4% PV, apresentando uma relação de equilíbrio entre a quantidade e a qualidade da forragem, principalmente ocorrência de itens alimentares das Classes 3, 4 e 5 (Figura 8; Azambuja et al., 2020). No entanto, a redução no tempo destinado à procura por alimento, que apresenta um custo adicional de energia (Di Marco and Aello, 2001), não proporcionou redução significativa no gasto energético em pastejo (Tabela 4).

Os bovinos permaneceram mais tempo na estação alimentar com aumento na altura do pasto, enquanto que reduziram o número de passos por minuto (Figura 10a), até atingir a altura que maximiza a taxa de ingestão de bovinos em campo nativo (Gonçalves et al., 2009), mostrando que os animais conseguem potencializar a ingestão de matéria seca e, conseqüentemente, de energia (Agreil et al., 2006). Assim como, o aumento na frequência de touceiras (Figura 10b) proporcionou redução no número de passos e estações alimentares por minuto. Esses resultados demonstram que, apesar do desafio do animal em explorar um ambiente com maior percentual de touceiras (Bremm et al., 2012; Da Trindade et al., 2012b), as maiores ofertas de forragem apresentam melhores relações custo-benefício na aquisição de energia (Fortin, et al 2003). Outro fator é a proporção das diferentes classes identificadas nos tratamentos 8-12 e 16% PV, sendo que esse fator pode atuar na motivação ao pastejo (Gregorini, 2012; Provenza et al., 2015). Nas maiores ofertas de forragem, mesmo em um ambiente com elevado percentual de touceiras, os animais encontram alturas do pasto que maximizam a ingestão, determinando elevado consumo de forragem (Da Trindade et al., 2016) e, conseqüentemente, maior desempenho animal (Pinto et al., 2008).

O desempenho de bovinos em pastejo é definido pela diferença entre o ganho e o gasto energético. O ganho energético está diretamente relacionado com o consumo de forragem (efeito da estrutura do pasto sobre o bocado e ingestão de matéria seca). O gasto energético é diretamente ligado ao gasto com regulação térmica e gasto em pastejo para busca de forragem (deslocamento, tempo de pastejo, passos e estações alimentares). A estrutura do pasto afeta a busca por forragem, assim como pode limitar a apreensão (i.e. oferta de forragem 4% PV). Portanto, medir o gasto energético dos herbívoros em um ambiente pastoril complexo, como as

pastagens naturais do bioma Pampa, possibilita definir metas de manejo de estrutura de pasto que proporcionem redução no gasto energético dos animais, conseqüentemente aumento no desempenho dos bovinos e eficiência de uso do recurso disponível.

5. REFERÊNCIAS

- Agreil, C., Meuret, M., Fritz, H., 2006. Adjustment of feeding choices and intake by a ruminant foraging in varied and variable environments: new insights from continuous bite monitoring. *Feed. Domest. Vertebr. from Struct. to Behav.* 302–325. <https://doi.org/10.1079/9781845930639.0302>
- Azambuja Filho, J.C.R., de Faccio Carvalho, P.C., François Bonnet, O.J., Bastianelli, D., Jouven, M., 2020. Functional Classification of Feed Items in Pampa Grassland, Based on Their Near-Infrared Spectrum. *Rangel. Ecol. Manag.* 73, 358–367. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2020.02.001>
- Bailey, D.W., Gross, J.E., Laca, E.A., Rittenhouse, L.R., Coughenour, M.B., Swift, D.M., Sims, P.L., 1996. Mechanisms That Result in Large Herbivore Grazing Distribution Patterns. *J. Range Manag.* 49, 386–400. <https://doi.org/10.2307/4002919>
- Bailey, D.W., Provenza, F.D., 2008. Chapter 2a Mechanisms Determining Large-Herbivore Distribution. pp. 7–28.
- Bailey, D.W., Thomas, M.G., Holt, T.N., Stephenson, M.B., Enns, R.M., Speidel, S.E., 2016. Relationship of pulmonary arterial pressure and terrain use of Angus cows grazing high-altitude foothill rangelands. *Livest. Sci.* 190, 76–80. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.06.003>
- Bailey, D.W., Trotter, M.G., Knight, C.W., Thomas, M.G., 2018. Use of GPS tracking

- collars and accelerometers for rangeland livestock production research. *Transl. Anim. Sci.* 2, 81–88. <https://doi.org/10.1093/tas/txx006>
- Barthram, G.T., 1985. Experimental techniques: the HFRO sward stick, In: The Hill Farming Research Organization. Biennial Report 1984/1985. Penicuik,.
- Boldrini, I.I., Ferreira, P.M., Andrade, B., Schinaider, A.A., Fulano, A., Fulano, B., Fulano, C., 2010. Bioma Pampa: diversidade florística e fisionômica. Pallotti, Porto Alegre.
- Boldrini, I.L., Ferreira, P.M. de A., Andrade, B.O., Schneider, A.A., Trevisan, R., Setubal, R.B., Freitas, E.M. de, 2010. Bioma Pampa diversidade florística e fisionômica. Pallotti, Porto Alegre.
- Bremm, C., Laca, E.A., Fonseca, L., Mezzalira, J.C., Elejalde, D.A.G., Gonda, H.L., Carvalho, P.C. de F., 2012. Foraging behaviour of beef heifers and ewes in natural grasslands with distinct proportions of tussocks. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 141, 108–116. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.08.008>
- Brosh, A., 2007. Heart rate measurements as an index of energy expenditure and energy balance in ruminants: A review. *J. Anim. Sci.* 85, 1213–1227. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-298>
- Brosh, A., Henkin, Z., Ungar, E.D., Dolev, A., Orlov, A., Yehuda, Y., Aharoni, Y., 2006. Energy cost of cows' grazing activity: Use of the heart rate method and the Global Positioning System for direct field estimation. *J. Anim. Sci.* 84, 1951–1967. <https://doi.org/10.2527/jas.2005-315>
- Butler, P.J., Green, J.A., Boyd, I.L., Speakman, J.R., 2004. Measuring metabolic rate in the field: the pros and cons of the doubly labelled water and heart rate methods. *Funct. Ecol.* 18, 168–183. <https://doi.org/10.1111/j.0269-8463.2004.00821.x>

- Calenge, C., 2006. The package “adehabitat” for the R software: A tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecol. Modell.* 197, 516–519. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2006.03.017>
- Carvalho, P.C.F., Bremm, C., Mezzalira, J.C., Fonseca, L., da Trindade, J.K., Bonnet, O.J.F., Tischler, M., Genro, T.C.M., Nabinger, C., Laca, E.A., 2015. Can animal performance be predicted from short-term grazing processes? *Anim. Prod. Sci.* 55, 319–327. <https://doi.org/10.1071/an14546>
- Carvalho, P.C.F., Wallau, M.O., Bremm, C., Bonnet, O., Da Trindade, J.K., Da Rosa, F.Q., Freitas, T., Moojen, F.G., Nabinger, C., 2019. *Nativão: + de 30 anos de pesquisa em campo nativo*. Viapampa, Porto Alegre.
- Charnov, E.L., 1976. Optimal foraging, the marginal value theorem. *Theor. Popul. Biol.* 9, 129–136. [https://doi.org/10.1016/0040-5809\(76\)90040-x](https://doi.org/10.1016/0040-5809(76)90040-x)
- Côrrea, F.L., Maraschin, G.E., 1994. Crescimento e desaparecimento em pastagem natural sob quatro níveis de forragem em oferta. *Rev. Bras. Pesqui. Agropecuária* 29, 1617–1623.
- Cruz, P., De Quadros, F.L.F., Theau, J.P., Frizzo, A., Jouany, C., Duru, M., Carvalho, P.C.F., 2010. Leaf traits as functional descriptors of the intensity of continuous grazing in native grasslands in the South of Brazil. *Rangel. Ecol. Manag.* 63, 350–358. <https://doi.org/10.2111/08-016.1>
- Da Trindade, J.K., Neves, F.P., Pinto, C.E., Bremm, C., Mezzalira, J.C., Nadin, L.B., Genro, T.C.M., Gonda, H.L., Carvalho, P.C.F., 2016. Daily Forage Intake by Cattle on Natural Grassland: Response to Forage Allowance and Sward Structure. *Rangel. Ecol. Manag.* 69, 59–67. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2015.10.002>
- Da 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., 2012a. Forage allowance as a target of grazing management: Implications on grazing time and forage searching. *Rangel. Ecol. Manag.* 65, 382–393.
<https://doi.org/10.2111/REM-D-11-00204.1>
- Di Marco, O.N., Aello, M.S., 2001. Energy expenditure due to forage intake and walking of grazing cattle. *Arq. Bras. Med. Vet. e Zootec.* 53, 105–110.
<https://doi.org/10.1590/S0102-09352001000100017>
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2018. Sistema brasileiro de classificação de solos, 5ª revisad. ed, Embrapa Solos. Brasília, DF.
- Erickson, H., Detweiler, D.K., 2006. Regulação Cardíaca, in: Reece, W.O. (Ed.), *Dukes, Fisiologia Dos Animais Domésticos*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, pp. 239–251.
- Ferreira, E.B., Cavalcanti, P.P., Nogueira, D.A., 2014. ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. *Appl. Math.* 05, 2952–2958.
<https://doi.org/10.4236/am.2014.519280>
- Garrett, W.N., 1980. Energy Utilization By Growing Cattle As Determined in 72 Comparative Slaughter Experiments, *Energy Metabolism*. The several contributors named in the list of contents. <https://doi.org/10.1016/b978-0-408-10641-2.50006-9>
- Gibb, M.J., 1998. ANIMAL GRAZING/INTAKE TERMINOLOGY AND DEFINITIONS, in: *PASTURE ECOLOGY AND ANIMAL INTAKE*. Devon, pp. 20–35.
- Gonçalves, E.N., Carvalho, P.C. de F., Kunrath, T.R., Carassai, I.J., Bremm, C., Fischer, V., 2009. Plant-animal relationships in pastoral heterogeneous environment: Process of herbage intake. *Rev. Bras. Zootec.* 38, 1655–1662.
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000900003>

- Gregorini, P., 2012. Diurnal grazing pattern: Its physiological basis and strategic management. *Anim. Prod. Sci.* 52, 416–430. <https://doi.org/10.1071/AN11250>
- Head, C.A., Mcmanus, C.B., Seitz, S., Grossman, G.D., Staton, G.W., Heymsfield, S.B., 1984. Indirect Calorimetry System for Assessment of Resting Energy Expenditure. *J. Parenter. Enter. Nutr.* 8, 45–48.
<https://doi.org/10.1177/0148607184008005594a>
- Hodgson, J., 1990. *Grazing Management: Science into Practice*, 1st ed. Wiley, New York.
- Hodgson, J., 1982. Ingestive behavior, in: Leaver, J.D. (Ed.), *Herbage Intake Handbook*. Hurley: British Grassland Society, pp. 113–138.
- Hopster, H., Blokhuis, H.J., 1994. Validation of a heart-rate monitor for measuring a stress response in dairy cows 465–474.
- Laca, E.A., Ungar, E.D., Seligman, N., Demment, M.W., 1992. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. *Grass Forage Sci.* 47, 91–102. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1992.tb02251.x>
- Lachica, M., Aguilera, J.F., 2008. Methods to estimate the energy expenditure of goats: From the lab to the field. *Small Rumin. Res.* 79, 179–182.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.07.016>
- Larson-Praplan, S., George, M.R., Buckhouse, J.C., Laca, E.A., 2015. Spatial and temporal domains of scale of grazing cattle. *Anim. Prod. Sci.* 55, 284–297.
<https://doi.org/10.1071/AN14641>
- Lenth, R., Singmann, H., Love, J., Buerkner, P., Herve, M., 2019. emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R Packag. version 1.15-15. <https://doi.org/10.1080/00031305.1980.10483031>>.License

- Mezzalana, J.C., Bremm, C., Kuhn, J., Trindade, D., Nabinger, C., César De, P.,
Carvalho, F., 2012. The Ingestive Behaviour of Cattle in Large-scale and Its
Application to Pasture Management in Heterogeneous Pastoral Environments. *J.
Agric. Sci. Technol. A J. Agric. Sci. Technol.* 2, 909–916.
- Miwa, M., Oishi, K., Nakagawa, Y., Maeno, H., Anzai, H., Kumagai, H., Okano, K.,
Tobioka, H., Hirooka, H., 2015. Application of overall dynamic body acceleration
as a proxy for estimating the energy expenditure of grazing farm animals:
Relationship with heart rate. *PLoS One* 10, 1–19.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128042>
- Nabinger, C., Pinto, C.E., Boldrini, I.I., 2013. Os campos sulinos, in: Reis, R.A.,
Bernardes, T.F., Siqueira, G.R. (Eds.), *Forragicultura: Ciência, Tecnologia e
Gestão Dos Recursos Forrageiros*. UFV, Jaboticabal, pp. 157–172.
- Pinto, C.E., Carvalho, P.C.D.F., Nabinger, C., Frizzo, A., Da Fontoura, J.A.S., Rocha,
R., 2007. Comportamento ingestivo de novilhos em pastagem nativa no Rio
Grande do Sul. *Rev. Bras. Zootec.* 36, 319–327. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000200007>
- Pinto, C.E., Da Fontoura, J.A.S., Frizzo, A., Freitas, T.M.S., Nabinger, C., Carvalho,
P.C.D.F., 2008. Produções primária e secundária de uma pastagem natural da
Depressão Central do Rio Grande do Sul submetida a diversas ofertas de
fitomassa aérea total. *Rev. Bras. Zootec.* 37, 1737–1741.
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001000004>
- Provenza, F.D., Gregorini, P., Carvalho, P.C.F., 2015. Synthesis: Foraging decisions
link plants, herbivores and human beings. *Anim. Prod. Sci.* 55, 411–425.
<https://doi.org/10.1071/AN14679>
- Puchala, R., Tovar-Luna, I., Goetsch, A.L., Sahlü, T., Carstens, G.E., Freetly, H.C.,

2007. The relationship between heart rate and energy expenditure in Alpine, Angora, Boer and Spanish goat wethers consuming different quality diets at level of intake near maintenance or fasting. *Small Rumin. Res.* 70, 183–193.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.03.002>
- Ruyle, G.B., Dwyer, D.D., 1985. Feeding Stations of Sheep as an Indicator of Diminished Forage Supply. *J. Anim. Sci.* 61, 349–353.
<https://doi.org/10.2527/jas1985.612349x>
- Setelich, H.A., 1994. Potencial produtivo de uma pastagem natural do Rio Grande do Sul, submetida a distintas ofertas de forragem (Dissertação (Mestrado em Zootecnia)). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Swain, D.L., Friend, M.A., Bishop-Hurley, G.J., Handcock, R.N., Wark, T., 2011. Tracking livestock using global positioning systems - are we still lost? *Anim. Prod. Sci.* 51, 167. <https://doi.org/10.1071/AN10255>
- Turner, L.W., Udal, M.C., Larson, B.T., Shearer, S.A., 2000. Monitoring cattle behavior and pasture use with GPS and GIS. *Can. J. Anim. Sci.* 80, 405–413.
<https://doi.org/10.4141/A99-093>
- Wrege, M.S., Steinmetz, S., Reisser Júnior, C., Almeida, I.R., 2012. ATLAS CLIMÁTICO DA REGIÃO SUL DO BRASIL: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, 2nd ed. Embrapa, Brasília, DF.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Young, B.A., Keerrigan, B., Christopherson, R.J., 1975. Versatile Respiratory Pattern Analyzer for Studies of Energy Metabolism of Livestock. *Can. J. Anim. Sci.* 55, 17–22. <https://doi.org/10.4141/cjas75-003>

CAPÍTULO III

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As distintas ofertas promovem estruturas contrastantes de pasto ($P < 0,05$). As ofertas de forragem 8-12 e 16% PV mantêm-se dentro de uma faixa de amplitude ótima, entre produção animal e vegetal, assim como a frequência de touceiras encontrada nessas ofertas. Comportamento antagônico acontece na oferta 4% PV, tendo restrições tanto em massa de forragem como na altura do pasto, devido a alta intensidade de pastejo, a frequência de touceiras é quase nula nessa oferta. A identificação de Classes de itens alimentares ($P < 0,05$), demonstrou que o manejo das ofertas 8-12 e 16% PV apresentam uma estrutura de pasto diversificada, em relação a oferta 4% PV.

As ofertas de forragem afetam o comportamento ingestivo dos bovinos manejados em pastagem natural ($P < 0,05$). Os tratamentos 8-12 e 16% PV promovem aos bovinos condições apropriadas ao pastejo, nessas condições os animais precisaram realizar menor número de passos por minuto e ficaram por mais tempo explorando uma estação alimentar. A restrição da oferta de forragem 4% PV faz com que os bovinos tenham que aumentar a taxa de bocados para compensar a baixa altura do pasto, no intuito que encontrar estações alimentares que favoreça a ingestão de forragem.

O oferecimento de ofertas de forragem moderada (8-12% PV) não proporcionou ($P > 0,05$) redução no gasto energético de novilhos manejados em pastagem natural, comparado com ofertas de forragem, de menor (4% PV) à maior (16% PV). Os resultados de comportamento ingestivo indicam que a velocidade de ingestão pode ser um fator a ser estudado para verificar a redução do gasto energético quando os animais encontram-se em ofertas de forragem e estruturas de pasto, como 8-12 e 16% PV.

REFERÊNCIAS

- AZAMBUJA FILHO, J. C. R. et al. Functional Classification of Feed Items in Pampa Grassland, Based on Their Near-Infrared Spectrum. **Rangeland Ecology & Management**, Lakewood, v. 73, n. 3, p. 358–367, 2020.
- BAILEY, D. W. *et al.* Mechanisms That Result in Large Herbivore Grazing Distribution Pattern,s. **Journal of Range Management**, Denver, v. 49, n. 5, p. 386–400, 1996.
- BAILEY, D. W.; PROVENZA, F. D. Mechanisms determining large-herbivore distribution. *In*: PRINS, H. H. T.; VAN LANGEVELDE, F. (ed.). **Resource ecology: spatial and temporal dynamics of foraging**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2008. p. 7–28.
- BEHLING, H.; PILLAR, V. D.; BAUERMAN, S. G. Late quaternary grassland (Campos), gallery forest, fire and climate dynamics, studied by pollen, charcoal and multivariate analysis of the São Francisco de Assis core in western Rio Grande do Sul (southern Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, v. 133, n. 3–4, p. 235-248, fev. 2005.
- BERGMAN, C. M. *et al.* Ungulate foraging strategies: energy maximizing or time minimizing? **Journal of Animal Ecology**, London, v. 70, n. 2, p. 289–300, 7 jul. 2001.
- BOLDRINI, I. L. **Dinâmica de vegetação de uma pastagem natural sob diferentes níveis de oferta de forragem e tipos de solos, depressão central, RS**. 1993. Tese (Doutorado em Zootecnia) — Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.
- BOLDRINI, I. L. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. **Boletim do Instituto de Biociência**, Porto Alegre, v. 56, p. 1–39, 1997.
- BOLDRINI, I. L. *et al.* **Bioma Pampa diversidade florística e fisionômica**. Porto Alegre: Pallotti, 2010.
- 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, n. 3–4, p. 108–116, 2012.
- BROSH, A. *et al.* Estimation of energy expenditure from heart rate measurements in cattle maintained under different conditions. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 12, p. 3054–3064, 1998.
- BROSH, A. *et al.* Energy balance of grazing beef cattle in Mediterranean pasture, the effects of stocking rate and season 2. Energy expenditure as estimated from heart rate and oxygen consumption, and energy balance. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 90, n. 2–3, p. 101–115, 2004.
- BROSH, A. *et al.* Energy cost of cows' grazing activity: use of the heart rate method and the Global Positioning System for direct field estimation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n. 7, p. 1951–1967, 2006.

BROSH, A. Heart rate measurements as an index of energy expenditure and energy balance in ruminants: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 5, p. 1213–1227, 2007.

CARVALHO, P. C. F.; PRACHE, S.; MORAES, A. Profundidade de bocado de ovinos em pastagem de *Dactylis e Festuca*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais [...]**. Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 215-217.

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

CARVALHO, P. C. D. F. *et al.* Características estruturais do pasto e o consumo de forragem: O que pastar, quanta pastar e como se mover para encontrar o pasto. In: PEREIRA, O. G.; OBEID, J. A.; FONSECA, D. M. (ed.). **Manejo estratégico da pastagem**. Viçosa: UFV, 2008. v. 1, p. 101–130.

CARVALHO, P. C. D. F. *et al.* Comportamento Ingestivo de Animais em Pastejo. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (ed.). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiro**. Jaboticabal: Funep, 2013. p. 525–545.

CARVALHO, P. C. F. *et al.* **Do bocado ao sítio de pastejo: manejo em 3D para compatibilizar a estrutura do pasto e o processo de pastejo**. In: SIMPÓSIO e III CONGRESSO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 7., 2009, Viçosa. **Anais [...]**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Lavras, 2009.

CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: CECATO, U.; JOBIM, C. C. (ed.). **Manejo sustentável em pastagem**. Maringá-PR: [s.n.]. v. 1, p. 1–20.

CARVALHO, P. C. F. *et al.* Can animal performance be predicted from short-term grazing processes? **Animal Production Science**, Melbourne, v. 55, n. 3, p. 319–327, 2015.

CÔRREA, F. L.; MARASCHIN, G. E. Crescimento e desaparecimento em pastagem natural sob quatro níveis de forragem em oferta. **Revista Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Brasília, v. 29, n. 10, p. 1617–1623, 1994.

CRUZ, P. *et al.* Leaf traits as functional descriptors of the intensity of continuous grazing in native grasslands in the South of Brazil. **Rangeland Ecology and Management**, Lakewood, v. 63, n. 3, p. 350–358, 2010.

CSIRO. **Nutrient requirements of domesticated ruminants**. Australia: CSIRO Publishing, 2007.

DI MARCO, O. N.; AELLO, M. S. Energy expenditure due to forage intake and walking of grazing cattle. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 53, n. 1, p. 105–110, 2001.

DI MARCO, O. N.; AELLO, M. S.; MÉNDEZ, D. G. Energy expenditure of cattle grazing on pastures of low and high availability. **Animal Science**, Cambridge, v. 63, n. 1, p. 45–50, 2 ago. 1996.

- ESCOSTEGUY, C. M. D. **Avaliação agronômica de uma pastagem natural sob níveis de pressão de pastejo**. 1990. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) — Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.
- GARRETT, W. N.; MEYER, J. H.; LOFGREEN, G. P. The comparative energy requirements of sheep and cattle for maintenance and gain¹. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 18, n. 2, p. 528–547, 1 maio 1959.
- GONÇALVES, E. N. *et al.* Plant-animal relationships in pastoral heterogeneous environment: process of herbage intake. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 9, p. 1655–1662, 2009.
- GORDON, I. J.; BENVENUTTI, M. Food in 3D: how ruminant livestock interact with sown sward architecture at the bite scale. *In*: BELS, V. (ed). **Feeding in domestic vertebrates: from structure to behaviour**. Wallingford: CABI, 2006. p. 263–277.
- GROSCOLAS, R. *et al.* Heart rate as a predictor of energy expenditure in undisturbed fasting and incubating penguins. **Journal of Experimental Biology**, Cambridge, v. 213, n. 1, p. 153–160, 1 jan. 2010.
- HAVSTAD, K. M.; MALECHEK, J. C. Energy expenditure by heifers grazing crested wheatgrass of diminishing availability. **Journal of Range Management**, Lakewood, v. 35, n. 4, p. 447–450, 1982.
- HODGSON, J. The control of herbage intake in the grazing ruminant. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 44, n. 2, p. 339–346, 28 jul. 1985.
- IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Biomass e Sistema Costeiro-Marinho**. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/15842-biomass.html?edicao=25799&t=acesso-ao-produto>>. Acesso em: 20 mar. 2020.
- JUNGES, A. H. *et al.* Temporal profiles of vegetation indices for characterizing grazing intensity on natural grasslands in Pampa biome. **Scientia Agricola**, São Paulo, v. 73, n. 4, p. 332–337, ago. 2016.
- LACA, E. A. *et al.* An integrated methodology for studying short-term grazing behaviour of cattle. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 47, n. 1, p. 81–90, mar. 1992.
- LACA, E. A.; ORTEGA, I. M. Integrating foraging mechanisms across spatial and temporal scales. *In*: WEST, N.E. (ed). **Rangeland in sustainable biosphere**. Denver: Society for Range Management, 1995. p. 129-132.
- LACHICA, M.; AGUILERA, J. F. Methods to estimate the energy expenditure of goats: From the lab to the field. **Small Ruminant Research**, Arkansas, v. 79, n. 2–3, p. 179–182, out. 2008.
- MARCONDES, M. I. *et al.* Exigências de energia para bovinos de corte. *In*: VALADARES FILHO, S. C. *et al.* (ed.). **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-Corte**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, DZO, 2016. v. 1, p. 163–190.
- MEZZALIRA, J. C. *et al.* Produção animal e vegetal em pastagem nativa manejada sob diferentes ofertas de forragem por bovinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 7, p. 1264–1270, 2012.

MIWA, M. *et al.* Application of overall dynamic body acceleration as a proxy for estimating the energy expenditure of grazing farm animals: relationship with heart rate. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 10, n. 6, p. 1–19, 2015.

MIWA, M. *et al.* Estimation of the energy expenditure of grazing ruminants by incorporating dynamic body acceleration into a conventional energy requirement system. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 95, n. 2, p. 901, 2017.

MOOJEN, E. L. **Dinâmica e potencial produtivo de uma pastagem nativa do rio grande do sul submetida a pressões, de pastejo, épocas de diferimento e níveis de adubação.** 1991. Tese (Doutorado em Zootecnia) — Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.

MOOJEN, E. L.; MARASCHIN, G. E. Potencial produtivo de uma pastagem nativa do rio grande do sul submetida a níveis de oferta de forragem. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 127–132, fev. 2002.

MORAES, E. H. B. K. *et al.* Exigências de energia de bovinos de corte em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 5, p. 933–940, maio 2009.

NABINGER, C.; PINTO, C. E.; BOLDRINI, I. I. Os campos sulinos. *In*: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (ed.). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros.** Jaboticabal: UFV, 2013. p. 157–172.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle.** 8th ed. Rev. Washington, DC: The National Academics, 2016.

OVERBECK, G. E. *et al.* Fisionomia dos Campos. *In*: PILLAR, V. P.; LANGE, O. (ed.). **Os Campos do Sul.** Porto Alegre: Rede Campos Sulinos-UFRGS, 2015. p. 31–39.

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.

REZENDE, K. T.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; FERNANDES, M. H. M. R. Metabolismo de energia. *In*: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. DE (ed.). **Nutrição de ruminantes.** 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p. 323–344.

RUYLE, G. B.; DWYER, D. D. Feeding stations of sheep as an indicator of diminished forage supply. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 61, n. 2, p. 349–353, 1985.

SANCHEZ, M. D.; MORRIS, J. G. Energy expenditure of beef cattle grazing annual grassland. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa v. 64, n. 5, p. 332–334, 1984.

SELL, J. K.; FIGUEIRÓ, A. S. Transformação da paisagem e impactos socioambientais no Bioma Pampa. **Revista da ANPEGE**, Paraíba, v. 7, n. 8, p. 129–141, 2011.

SENF, R. L. *et al.* Large herbivore foraging and ecological hierarchies. **BioScience**, Oxford, v. 37, n. 11, p. 789–799, dez. 1987.

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

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, 2005.

TRINDADE, J. K. *et al.* Forage allowance as a target of grazing management: Implications on grazing time and forage searching. **Rangeland Ecology and Management**, Lakewood, v. 65, n. 4, p. 382–393, 2012.

APÊNDICE. Normas para publicação na revista *Rangeland Ecology & Management*.



RANGELAND ECOLOGY & MANAGEMENT

AUTHOR INFORMATION PACK

TABLE OF CONTENTS

•	Description	p.1
•	Audience	p.1
•	Impact Factor	p.1
•	Editorial Board	p.1
•	Guide for Authors	p.3



ISSN: 1550-7424

DESCRIPTION

Rangeland Ecology & Management publishes all topics-including ecology, management, socioeconomic and policy-pertaining to global rangelands. The journal's mission is to inform academics, ecosystem managers and policy makers of science-based information to promote sound rangeland stewardship. Author submissions are published in five manuscript categories: original research papers, high-profile forum topics, concept syntheses, as well as research and technical notes.

Rangelands represent approximately 50% of the Earth's land area and provision multiple ecosystem services for large human populations. This expansive and diverse land area functions as coupled human-ecological systems. Knowledge of both social and biophysical system components and their interactions represent the foundation for informed rangeland stewardship. *Rangeland Ecology & Management* uniquely integrates information from multiple system components to address current and pending challenges confronting global rangelands.

If you are a member of the Society for Range Management, please read [here](#) for more information about how to access the journals.

AUDIENCE

Academics, ecosystem managers and policy makers

IMPACT FACTOR

2018: 1.948 © Clarivate Analytics Journal Citation Reports 2019

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

Roger Sheley, USDA-ARS Western Regional Research Center, Albany, California, United States

Associate Editors

Steve Archer, University of Arizona, Tucson, Arizona, United States

Yuguang Bai, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, Canada

Sheel Bansal, US Geological Survey Northern Prairie Wildlife Research Center, Jamestown, North Dakota, United States

Jonathan Bates, USDA Agricultural Research Service, St. Paul, Minnesota, United States
Brandon T Bestelmeyer, U.S. Department of Agriculture (USDA), Agricultural Research Service (ARS), Las Cruces, New Mexico, United States
Chad Boyd, USDA-ARS Roman L Hruska US Meat Animal Research Center, Clay Center, Nebraska, United States
Victoria J. Dreitz, University of Montana Missoula, Missoula, Montana, United States
Samuel Fuhlendorf, Oklahoma State University Stillwater, Stillwater, Oklahoma, United States
Matt Germino, US Geological Survey FRESN Snake River Field Station, Boise, Idaho, United States
Michael Gregg, US Fish and Wildlife Service Mid-Columbia River Fisheries Resource Office, Burbank, Washington, United States
Stuart Hardegree, USDA-ARS Watershed Management Research Center, Boise, Idaho, United States
Jeremy James, University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Browns Valley, California, United States
Corinne Noel Knapp, Western Colorado University, Gunnison, Colorado, United States
William Lauenroth, Yale University, New Haven, Connecticut, United States
Aaron Lien, University of Arizona, Tucson, Arizona, United States
Susan E. Marshall, Humboldt State University, Arcata, California, United States
Ricardo Mata-Gonzalez, Oregon State University, Corvallis, Oregon, United States
Elisa Oteros-Rozas, Autonomous University of Madrid, Madrid, Spain
Lora Perkins, South Dakota State University, Brookings, South Dakota, United States
Matt C. Reeves, US Department of Agriculture, Washington, District of Columbia
Leslie Roche, University of California Davis, Davis, California, United States
Christopher Schauer, North Dakota State University, Fargo, North Dakota, United States
Kate Sherren, Dalhousie University School for Resource and Environmental Studies, Halifax, Nova Scotia, Canada
Alexander John Smart, South Dakota State University, Brookings, South Dakota, United States
Milan Stankovic, University of Kragujevac, Kragujevac, Serbia
Tamzen Stringham, University of Nevada Reno Department of Agriculture Nutrition and Veterinary Sciences, Reno, Nevada, United States
Lance Vermeire, USDA-ARS Range and Livestock Research Laboratory, Miles City, Montana, United States
Richard Waterman, USDA-ARS Range and Livestock Research Laboratory, Miles City, Montana, United States
Stephen Webb, Noble Research Institute LLC, Ardmore, Oklahoma, United States
Brad Wilcox, Texas A&M University College Station, College Station, Texas, United States
C. Jason Williams, USDA-ARS Watershed Management Research Center, Boise, Idaho, United States
Yingjun Zhang, China Agricultural University, Beijing, China

Managing Editor

Jordan Sheley

GUIDE FOR AUTHORS

INTRODUCTION

Rangeland Ecology and Management publishes all topics-including ecology, management, socioeconomic and policy-pertaining to global rangelands. The journal's mission is to inform academics, ecosystem managers and policy makers of science-based information to promote sound rangeland stewardship. Author submissions are published in five manuscript categories: original research papers, high-profile forum topics, concept syntheses, as well as research and technical notes.

Rangelands represent approximately 50% of the Earth's land area and provision multiple ecosystem services for large human populations. This expansive and diverse land area functions as coupled human-ecological systems. Knowledge of both social and biophysical system components and their interactions represent the foundation for informed rangeland stewardship. *Rangeland Ecology and Management* uniquely integrates information from multiple system components to address current and pending challenges confronting global rangelands.

Types of article

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

Forum Papers are conceptual in nature and provide an in-depth analysis or summary of contemporary topics or alternative interpretations of contentious issues. Major points must be substantiated with academic literature and not merely reflect opinion.

Synthesis Papers combine data and hypotheses from multiple published sources to provide an integrated, comprehensive presentation of a concept or model. Proposals for synthesis papers must be approved by the Editor-in-Chief prior to submission; please submit a brief proposal, including author list, abstract, and outline, to the Editor-in-Chief via email.

Research Notes are short papers reporting experimental research of immediate interest. Notes are intended to foster communication addressing research topics and concepts that may not be fully replicated over time and/or space. Notes are limited to 3000 words (title through literature cited) and a total of three tables, figures, or photos in any combination.

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

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

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:

Manuscript:

- Include keywords
- Tables should not be embedded within your manuscript; instead, they should be placed at the end of the manuscript, after the literature cited section and accompanied by their titles/captions
- Do not embed Figures within your manuscript; instead, Figures should be uploaded as separate files

- Figure captions should not be included within the separate Figure files, instead include all Figure captions in a separate section at the end of your manuscript (after the Tables, if any)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable)
Supplemental files (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- 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)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our [Support Center](#).

Manuscript Formatting

Text is double spaced with line and page numbers Equations are numbered in the right hand column
Figures and tables are numbered consecutively in accordance with their appearance in the text

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

Please see our information pages on [Ethics in publishing](#) and [Ethical guidelines for journal publication](#).

Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential conflicts of interest include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors should complete the declaration of interest statement using [this template](#) and upload to the submission system at the Attach/Upload Files step. If there are no interests to declare, please choose: 'Declarations of interest: none' in the template. This statement will be published within the article if accepted. [More information](#).

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, a published lecture or academic thesis, see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information), 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 [Crossref Similarity Check](#).

Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Articles should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader, should contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of race, sex, culture or any other characteristic, and should use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, for instance by using 'he or she', 'his/her' instead of 'he' or 'his', and by making use of job titles that are free of stereotyping (e.g. 'chairperson' instead of 'chairman' and 'flight attendant' instead of 'stewardess').

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason

for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, 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.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will 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 in one of our other participating journals, then you may be asked to consider transferring the article to one of those. If you agree, your article will be transferred automatically on your behalf with no need to reformat. Please note that your article will be reviewed again by the new journal. [More information.](#)

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see [more information](#) on this). 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. 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.

For gold open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' ([more information](#)). Permitted third party reuse of gold open access articles is determined by the author's choice of [user license](#).

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. [More information.](#)

Elsevier supports responsible sharing

Find out how you can [share your research](#) published in Elsevier journals.

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.

Open access

Please visit our Open Access page from the Journal Homepage for more information.

Access Options and Author Charges

IMPORTANT INFORMATION!!

This journal offers authors a choice in publishing their research:

Subscription

Articles are made available to subscribers as well as developing countries through our [access programs](#) Page charges - The Society depends on the payment of page charges to offset the cost of publication. Payment of \$100.00/printed page (excluding relevant taxes where applicable) is required for members and non-members. Members receive a discount of \$20.00/printed page (excluding relevant taxes where applicable) for the first three pages. No open access publication fee applies.

Open access

Articles are freely available to both subscribers and the wider public via the ScienceDirect platform with permitted reuse. An open access publication fee is payable by authors or their research funder. Charges to make articles open access are \$2250.00 (excluding relevant taxes where applicable) for members and \$2500.00 (excluding relevant taxes where applicable) non-members. Authors who opt for open access do not pay regular page charges.

All articles published open access will be immediately and permanently free for everyone to read and download. Permitted reuse is defined by your choice of one of 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.

Elsevier has established agreements with funding bodies, <https://www.elsevier.com/fundingbodies>. This ensures authors can comply with funding body open access requirements, including specific user licenses, such as CC BY. Some authors may also be reimbursed for associated publication fees. If you need to comply with your funding body policy, you can apply for the CC BY license after your manuscript is accepted for publication.

To provide open access, this journal has a publication fee which needs to be met by the authors or their research funders for each article published open access. Your publication choice will have no effect on the peer review process or acceptance of submitted articles.

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 Author Services.

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 www.editorialmanager.com/rema/default.

Suggest Reviewers

Referees All authors must suggest a minimum of 3 reviewers on submission, together with their email details. The suggested reviewers should not be a colleague, a close collaborator or in the same institutional location as the author(s).

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](#)).

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Formatting

Formatting your Submission

- Page and line numbers must be submitted on all manuscripts.

- Line numbers can be either sequential throughout the manuscript or repeated on each page. Text must be double spaced throughout.

Figures

- All figures must be referenced in the text in the order that they appear in the manuscript.
- Spell out figure in the text using Fig. in parentheses.
- If citing a figure from another work, use lower case letters. Examples: (Figs. 4B-4D) or (Figs. 3-5) (Johnson et al. 2007, fig 1)

Tables

- Spell out Table in text and parentheses.
- If citing a table from another work, use lower case letters. Examples: (Table 1) or (Tables1-3) (Johnson et al. 2007, table 2)

Article structure

Abstract

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

Keywords

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

Introduction

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

Methods

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

Results

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

Discussion

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

Implications

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

Keywords

Do not repeat words which appear in the table

Subdivision - unnumbered sections

Divide your article into clearly defined sections. Each subsection is given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line. Subsections should be used as much as possible when cross-referencing text: refer to the subsection by heading as opposed to simply 'the text'.

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. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. 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. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **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.

Highlights

Highlights are optional yet highly encouraged for this journal, as they increase the discoverability of your article via search engines. They consist of a short collection of bullet points that capture the novel results of your research as well as new methods that were used during the study (if any). Please have a look at the examples here: [example Highlights](#).

Highlights 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).

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.

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.

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.).

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

Units of measure:

Abbreviate units of time: s, min, h, d, wk, mo, yr. Examples: 5 min.; 30 s; 44 mgd⁻¹. Use standard SI units of measure: cm, g, ha, kg, km, kV, L, m, mg, mJ, mL, mm, g. Present units of measure with product dots, whether using two units or more. EXAMPLE: g kg⁻¹ and kg ha⁻¹ yr⁻¹ (do not use kg/ha or kg/ha/yr).

Use common names for plants and animals whenever possible. Spell out Genus species upon first mention and provide taxonomic authority for plants (except in titles). Don't use parentheses or brackets with just one authority name: Genus species Name. It is also advisable to cite the taxonomy reference used. Thereafter, may use G. species (with period). Spell out genus with each new species. A sentence may begin with a genus abbreviation. Place a period in nomenclature abbreviations: sp. (species, singular), spp. (species, plural), subsp. (subspecies)

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).

Math and equations:

Equations that are presented apart from regular text should be numbered on the right-hand margin using bolded brackets: **[6]** Use a space between math operators: 2 + 2 = 4

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.
- Ensure that color images are accessible to all, including those with impaired color vision.

A detailed [guide on electronic artwork](#) is available.

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. [Further information on the preparation of electronic artwork.](#)

Illustration services

[Elsevier's Author Services](#) offers Illustration Services to authors preparing to submit a manuscript but concerned about the quality of the images accompanying their article. Elsevier's expert illustrators can produce scientific, technical and medical-style images, as well as a full range of charts, tables and graphs. Image 'polishing' is also available, where our illustrators take your image(s) and improve them to a professional standard. Please visit the website to find out more.

Figure captions

Ensure that each Figure has a caption. Figure captions should not be included within the Figure files themselves, instead, Figure captions should be provided as a separate section within your manuscript file. This should be located at the end of your manuscript, after the Tables (if any). 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 should not be embedded within your manuscript; instead, they should be placed at the end of the manuscript file, after the literature cited/references section and before any Figure captions, accompanied by their titles/captions. 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 and shading in table cells.

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 highly encouraged.

A DOI is guaranteed never to change, so you can use it as a permanent link to any electronic article. An example of a citation using DOI for an article not yet in an issue is: VanDecar J.C., Russo R.M., James D.E., Ambeh W.B., Franke M. (2003). Aseismic continuation of the Lesser Antilles slab beneath northeastern Venezuela. *Journal of Geophysical Research*, <https://doi.org/10.1029/2001JB000884>. Please note the format of such citations should be in the same style as all other references in the paper.

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.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

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

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support [Citation Style Language styles](#), such as [Mendeley](#). Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. [More information on how to remove field codes from different reference management software.](#)

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/rangeland-ecology-and-management>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

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 can be listed either first alphabetically, then chronologically, or vice versa.

Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999)... Or, as demonstrated (Jones, 1999; Allan, 2000)... 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. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2018. The art of writing a scientific article. *Heliyon*. 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

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.

Reference to a website:

Cancer Research UK, 1975. Cancer statistics reports for the UK. <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> (accessed 13 March 2003).

Reference to a dataset:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T., 2015. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. Mendeley Data, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the [List of Title Word Abbreviations](#).

Video

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 file in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including [ScienceDirect](#). 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](#). Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

Supplementary Data References

Online supplemental materials should be cited using a separate numbering system from regular tables and figures (i.e., Tables S1, S2; Figs. S1, S2; etc.). To refer readers to the online supplemental material, insert a callout when the material is referenced in the text. Example: Table S1 (available online at [insert URL here]) or (Table S1; available online at [insert URL here]). The exact URL to the supplemental material will be added during production. There is no additional cost to authors for posting supplemental material online.

Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the [research data](#) page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the [database linking page](#).

For [supported data repositories](#) a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Mendeley Data

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to *Mendeley Data*. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online.

For more information, visit the [Mendeley Data for journals page](#).

Data in Brief

You have the option of converting any or all parts of your supplementary or additional raw data into one or multiple data articles, a new kind of article that houses and describes your data. Data articles ensure that your data is actively reviewed, curated, formatted, indexed, given a DOI and publicly available to all upon publication. You are encouraged to submit your article for *Data in Brief* as an additional item directly alongside the revised version of your manuscript. If your research article is accepted, your data article will automatically be transferred over to *Data in Brief* where it will be editorially reviewed and published in the open access data journal, *Data in Brief*. Please note an open access fee of 600 USD is payable for publication in *Data in Brief*. Full details can be found on the [Data in Brief website](#). Please use [this template](#) to write your Data in Brief.

MethodsX

You have the option of converting relevant protocols and methods into one or multiple MethodsX articles, a new kind of article that describes the details of customized research methods. Many researchers spend a significant amount of time on developing methods to fit their specific needs or setting, but often without getting credit for this part of their work. MethodsX, an open access journal, now publishes this information in order to make it searchable, peer reviewed, citable and reproducible. Authors are encouraged to submit their MethodsX article as an additional item directly alongside the revised version of their manuscript. If your research article is accepted, your methods article will automatically be transferred over to MethodsX where it will be editorially reviewed. Please note an open access fee is payable for publication in MethodsX. Full details can be found on the [MethodsX website](#). Please use [this template](#) to prepare your MethodsX article.

Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the [Data Statement page](#).

AFTER ACCEPTANCE

Proofs

One set of page proofs (as PDF files) will be sent by e-mail to the corresponding author (if we do not have an e-mail address then paper proofs will be sent by post) or a link will be provided in the e-mail so that authors can download the files themselves. To ensure a fast publication process of the article, we kindly ask authors to provide us with their proof corrections within two days. Elsevier now

provides authors with PDF proofs which can be annotated; for this you will need to [download the free Adobe Reader](#), version 9 (or higher). Instructions on how to annotate PDF files will accompany the proofs (also given online). The exact system requirements are given at the [Adobe site](#).

If you do not wish to use the PDF annotations function, you may list the corrections (including replies to the Query Form) and return them to Elsevier in an e-mail. Please list your corrections quoting line number. If, for any reason, this is not possible, then mark the corrections and any other comments (including replies to the Query Form) on a printout of your proof and scan the pages and return via e-mail. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. 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 will, at no cost, receive a customized [Share Link](#) providing 50 days free access to the final published version of the article on [ScienceDirect](#). The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. 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 [Author Services](#). Corresponding authors who have published their article gold open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

AUTHOR INQUIRIES

Visit the [Elsevier Support Center](#) to find the answers you need. Here you will find everything from Frequently Asked Questions to ways to get in touch.

You can also [check the status of your submitted article](#) or [find out when your accepted article will be published](#).

© Copyright 2018 Elsevier | <https://www.elsevier.com>

VITA

Ítalo Marques Monteiro, filho de Airton Benites Monteiro e Janete Oliveira Marques, nascido em 08 de julho de 1988, em Alegrete, Rio Grande do Sul. Coursou ensino fundamental na Escola Estadual de Ensino Fundamental Marquês d' Alegrete, e o ensino médio no Colégio Estadual Emílio Zuneda, ambos em sua cidade natal. Em 2013 ingressou no curso de Zootecnia no Instituto Federal Farroupilha *Campus Alegrete*. Durante toda graduação trabalhou em um grupo de pesquisa, coordenado pelos professores, Anna Carolina Cerato Confortin e Leandro da Silva Freitas, atuando principalmente com bovinocultura de corte, participou de trabalhos no âmbito de confinamento, recria e produção de forragem. Concomitantemente, teve a oportunidade de atuar em projetos de ensino e extensão com assessoria a produtores rurais. Concluiu o curso de Zootecnia em novembro de 2017. Em abril de 2018 ingressou no curso de mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Na Pós-Graduação trabalhou com interface planta-animal em pastagens naturais no Grupo de pesquisa em Ecologia do Pastejo-GPEP, sob orientação da professora Carolina Bremm. Foi submetido a banca de defesa de Mestrado em março de 2020.