

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

JULIANO HENRIQUES DA MOTTA

**ORÇAMENTAÇÃO FORRAGEIRA E PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA DOS CAMPOS
SULINOS DO BRASIL**

Porto Alegre

2022

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

**ORÇAMENTAÇÃO FORRAGEIRA E PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA DOS CAMPOS
SULINOS DO BRASIL**

JULIANO HENRIQUES DA MOTTA

Zootecnista (UFSM)

Mestre em Zootecnia (UFSM)

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

Orientador: Professor Dr. Cesar Henrique
Espírito Candal Poli

Coorientadora: Pesquisadora Dra. Ana
Clara Rodrigues Cavalcante

Porto Alegre

2022

CIP - Catalogação na Publicação

Motta, Juliano Henriques da
Orçamentação Forrageira e Produtividade Primária
dos Campos Sulinos do Brasil / Juliano Henriques da
Motta. -- 2022.
157 f.
Orientador: Cesar Henrique Espirito Candal Poli.

Coorientadora: Ana Clara Rodrigues Cavalcante.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Pastagens naturais. 2. Massa de forragem. 3.
Taxa de acúmulo. 4. Composição botânica e
bromatológica. 5. Orçamento Forrageiro. I. Espirito
Candal Poli, Cesar Henrique, orient. II. Rodrigues
Cavalcante, Ana Clara, coorient. III. Título.

Juliano Henriques da Motta
Mestre em Zootecnia

TESE

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

DOUTOR EM ZOOTECCNIA

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

Aprovada em: 23.03.2022
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 26/05/2022
Por



CESAR HENRIQUE ESPIRITO CANDAL POLI
PPG Zootecnia/UFRGS
Orientador



SERGIO LUIZ VIEIRA
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia



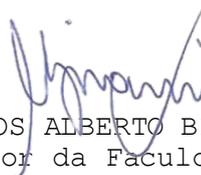
Carlos Nabinger
UFRGS



Carolina Bremm
UFRGS



Magno José Duarte Cândido
UFC



CARLOS ALBERTO BISSANI
Diretor da Faculdade de Agronomia

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a concretização desta tese, de uma maneira especial, agradeço:

A Deus, por ter me dado forças na superação dos desafios nesta caminhada;

Aos meus pais Otacilio Motta e Nara Motta, pelo amor, carinho, apoio em todos momentos, por acreditarem na minha capacidade, e por tudo que conquistei na vida;

A minha namorada Fernanda Saccomori, por sempre estar do meu lado independente das circunstâncias, pelo amor, paciência e compreensão;

Aos meus irmãos Rodrigo Motta (*in memoriam*) e Bruno Motta e meu afilhado Martin Motta, por terem sido fundamentais para a conclusão desta etapa de vida;

Ao meu orientador Cesar Poli, pela oportunidade e confiança em mim depositada, pela pessoa humana que és, pela orientação, o meu muito obrigado;

A minha coorientadora Ana Clara Cavalcante, por sua coorientação, pelos ensinamentos e contribuições que favoreceram o enriquecimento desta tese;

Ao professor Carlos Nabinger, por toda sua disposição e ajuda, e pela grande colaboração para o meu aprimoramento científico;

Aos professores Carolina Bremm e Magno Candido, por fazerem parte da banca de defesa da minha tese e por todas suas contribuições;

A Andressa Madruga, Fernando Albuquerque, Lívia Irigoyen e toda equipe do Centro de Ensino e Pesquisa em Ovinocultura (CEPOV) e do Grupo de Pesquisa em Ecologia do Pastejo (GPEP) da UFRGS, pela companhia, sabedoria de cada um, pelos bons momentos de risadas, trabalhos e estudos;

Ao professor Valério Pillar, Lidiane Boavista, Rodrigo Baggio e toda equipe do Laboratório de Ecologia Quantitativa (ECOQUA) da UFRGS, pelo apoio ao longo do doutorado que foi fundamental para o andamento e conclusão desta tese;

A todos meus amigos e colegas, por todo tipo de apoio e reconhecimento, considero muito importante que sempre se perpetue as nossas amizades;

A todos meus professores, mestres e doutores, que fizeram parte da minha formação, por compartilharem seus conhecimentos e por todas as suas colaborações;

A todos os proprietários rurais e autoridades ambientais locais que permitiram a realização deste trabalho em suas propriedades e em áreas protegidas.

ORÇAMENTAÇÃO FORRAGEIRA E PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA DOS CAMPOS SULINOS DO BRASIL

Autor: Juliano Henriques da Motta

Orientador: Dr. Cesar Henrique Espirito Candal Poli

Coorientadora: Dra. Ana Clara Rodrigues Cavalcante

RESUMO

As pastagens naturais dos Campos Sulinos são a principal fonte forrageira para pecuária no sul do Brasil. No entanto, as diferentes condições pastoris e a sazonalidade de produção forrageira dificultam o planejamento alimentar das propriedades rurais da região, ameaçando a sustentabilidade do sistema produtivo. Com isso, a hipótese do presente trabalho foi que há diferença de composição de espécies e produção primária entre as condições pastoris (determinadas pela massa de forragem) dos Campos Sulinos do Brasil, e a sua avaliação pode gerar dados para a construção de uma ferramenta de orçamentação forrageira para o sul do país. Neste contexto, a tese foi estruturada em quatro capítulos. O primeiro capítulo traz uma revisão bibliográfica que resgata referências quanto as características dos Campos Sulinos, da atividade pecuária, produção primária e de orçamentação forrageira. O segundo capítulo aborda a caracterização e mudanças da comunidade vegetal frente as diferentes condições pastoris do bioma Pampa e Mata Atlântica, com o objetivo de avaliar as tendências na composição botânica e a contribuição relativa das espécies, bem como identificar mudanças nos padrões dos grupos funcionais de plantas. O padrão vegetacional no bioma Pampa foi modificado pelo nível de massa de forragem. Em menores massas de forragem ocorreu maior diversidade e alternância na contribuição de grupos funcionais de plantas com predominância de gramíneas com estratégia ecológica de captura de recursos, enquanto em maiores níveis de massa de forragem predominaram espécies de conservação de recursos. No terceiro capítulo é apresentado os resultados de produtividade primária e valor nutritivo das pastagens naturais do bioma Pampa e Campos de Altitude nos diferentes níveis de massa de forragem, com o objetivo de determinar a produção quantitativa e qualitativa das pastagens naturais ao longo das estações do ano. Ocorreu alterações na produção quantitativa e qualitativa das pastagens naturais em todas as estações do ano. Com a elevação do nível de massa de forragem houve um aumento da taxa de acúmulo diária da pastagem natural e uma diminuição do seu valor nutritivo. O quarto capítulo traz um protótipo de ferramenta de orçamentação forrageira para os Campos Sulinos do Brasil, abrangendo as diferentes condições pastoris das regiões fisiográficas do estado do Rio Grande do Sul, com aplicação em propriedades rurais que possuem as pastagens naturais como base de seu sistema alimentar. Por fim, os resultados gerados nesta tese permitirão a melhoria do planejamento alimentar das propriedades rurais juntamente com a preservação das pastagens naturais e a produção sustentável da pecuária.

Palavras-chave: pastagens naturais; massa de forragem; taxa de acúmulo; composição botânica; composição bromatológica; consumo de matéria seca.

FORAGE BUDGETING AND PRIMARY PRODUCTIVITY IN SOUTHERN GRASSLANDS OF BRAZIL

Author: Juliano Henriques da Motta

Advisor: Dr. Cesar Henrique Espirito Candal Poli

Co-advisor: Dra. Ana Clara Rodrigues Cavalcante

ABSTRACT

The southern grasslands of Brazil are the main forage source for livestock in Brazil. However, the different pastoral conditions and the seasonality of forage production make food planning difficult for rural properties in the region, threatening the sustainability of the production system. Thus, the hypothesis of the present work was that there is a difference in species composition and primary production between the pastoral conditions (determined by the herbage mass) of Southern Grasslands in Brazil, and its evaluation can generate data for the construction of a forage budgeting tool for the south of the country. In this context, the thesis was structured in four chapters. The first chapter brings a bibliographic review that rescues references regarding the characteristics of southern grasslands, livestock activity, primary production, and forage budgeting. The second chapter addresses the characterization and changes of the plant community in the face of different pastoral conditions in the Pampa and Atlantic Forest biomes, with the objective of evaluating trends in botanical composition and the relative contribution of species, as well as identifying changes in the patterns of functional groups of plants. Vegetation patterns in some regions of the Pampa biome were modified by the herbage mass level. At lower herbage masses, there was greater diversity and alternation in the contribution of functional groups of plants with a predominance of grasses with an ecological strategy of resource capture, while at higher levels of herbage mass, resource conservation species predominated. The third chapter presents the results of primary productivity and nutritional value of natural pastures in the Pampa biome and Altitude grasslands at different levels of herbage mass, with the objective of determining the quantitative and qualitative production of natural grasslands throughout the seasons. There were changes in the quantitative and qualitative production of natural grasslands in all seasons of the year. With the increase in the level of herbage mass, there was an increase in the rate of daily accumulation of natural grassland and a decrease in its nutritional value. The fourth chapter brings a prototype forage budgeting tool for the natural grasslands of the southern region of Brazil, covering the different pastoral conditions of the physiographic regions of the Rio Grande do Sul, with application in rural properties that have natural grasslands as the basis of their food system. Finally, the results generated in this thesis will allow the improvement of food planning in rural properties along with the preservation of natural grasslands and sustainable livestock production.

Keywords: natural grasslands; herbage mass; accumulation rate; botanical composition; bromatological composition; dry matter consumption.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	9
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	13
CAPÍTULO I	15
1 Introdução Geral	16
2 Revisão Bibliográfica	18
2.1 Campos Sulinos e os biomas do Rio Grande do Sul	18
2.2 Produção pecuária nas pastagens naturais do Rio Grande do Sul	23
2.3 Produção e demanda forrageira: a interface planta x animal	27
2.4 Orçamentação forrageira	31
3 Hipóteses e Objetivos	36
3.1 Hipóteses.....	36
3.2 Objetivos.....	36
CAPÍTULO II	37
Patterns of plant species composition and functional groups under different pastoral conditions in grasslands of southern Brazil	38
ABSTRACT.....	38
Introduction	39
Methods.....	43
Results	47
Discussion.....	54
Implications	59
References.....	63
CAPÍTULO III	68
Produção primária e valor nutritivo das pastagens naturais do sul do Brasil em distintas condições pastoris	69

RESUMO	69
1 INTRODUÇÃO	70
2 MATERIAL E MÉTODOS	72
3 RESULTADOS	75
4 DISCUSSÃO.....	80
5 CONCLUSÕES	83
REFERÊNCIAS	84
CAPÍTULO IV	91
Orçamentação forrageira: protótipo de ferramenta para o planejamento alimentar dos Campos Sulinos do Brasil	92
Resumo	92
1 Introdução	93
2 Material e Métodos.....	94
3 Resultados e Discussão	96
4 Conclusões	106
Referências Bibliográficas.....	106
4 Considerações Finais	110
REFERÊNCIAS.....	111
APÊNDICES.....	115
Apêndice A – Normas da revista <i>Rangeland Ecology & Management</i> utilizada para a preparação do capítulo II.	115
Apêndice B – Normas da revista <i>Grass and Forage Science</i> utilizada para a preparação do capítulo III.	141
Apêndice C – Banco de dados e análises de variância da tese. Clique no ícone abaixo para ter acesso aos documentos.....	155
VITA	156

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II	37
Table 1 Number of species per botanical family according to the different herbage masses of the Southern Grasslands of Brazil	50
Table 2 Regression models of species contribution with higher expression of the botanical survey according to herbage mass in the Pampa grasslands of southern Brazil.....	51
Table 3 Regression models of species contribution with higher expression of the botanical survey according to herbage mass in the High-Altitude grasslands, southern Brazil	52
Table A.1 Climate data of temperature and accumulated precipitation of the research sites in 2019	61
Table A.2 Location of the six research sites established in grasslands of the Pampa biome and three research sites established in Atlantic Forest biome	62
Table A.3 Soil chemical attributes of the research sites located in the Pampa biome and Atlantic Forest biome from samples collected at the beginning of the experiment at a depth of 0–20 cm	62
CAPÍTULO III	68
TABELA 1 Taxa de acúmulo das diferentes massas de forragem nas quatro estações do ano dos campos do bioma Pampa e Campos de Altitude, sul do Brasil	76
TABELA 2 Composição bromatológica das pastagens naturais do sul do Brasil em diferentes massas de forragem e estações do ano	79
APÊNDICE S1 Localização dos seis sítios de pesquisa estabelecidos em pastagens do bioma Pampa e três sítios de pesquisa estabelecidos em Campos de Altitude	88
APÊNDICE S2 Dados climáticos de temperatura e precipitação acumulada dos locais de pesquisa em 2019	89

APÊNDICE S3 Atributos químicos do solo dos locais de pesquisa localizados no bioma Pampa e Campos de Altitude a partir de amostras coletadas no início do experimento a uma profundidade de 0 a 20 cm.....	89
APÊNDICE S4 Contribuição relativa das espécies mais abundantes nas pastagens naturais dos locais de pesquisa do bioma Pampa e Campos de Altitude	90
CAPÍTULO IV	91
Tabela 1 – Consumo diário de matéria seca em percentual do peso vivo de bovinos, ovinos e equinos de acordo com a categoria animal	100
Apêndice A – Localização dos municípios e suas respectivas regiões fisiográficas para o levantamento de dados da ferramenta de orçamentação forrageira dos Campos Sulinos	107
Apêndice B – Dados climáticos dos municípios do Rio Grande do Sul durante o ano de 2019	108
Apêndice C – Atributos químicos dos solos nos diferentes municípios a partir de amostras coletadas em janeiro de 2019 a uma profundidade de 0 a 20 cm	108
Apêndice D – Dados de acúmulo de forragem em distintas condições pastoris por município dos Campos Sulinos em 2019	108

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I	15
Figura 1 – Mapa do Brasil e a classificação oficial dos biomas continentais brasileiros. Distribuição dos Campos Sulinos na região sul do Brasil.....	18
Figura 2 – Regiões fisiográficas e unidades fitofisionômicas do Rio Grande do Sul	22
Figura 3 – Distribuição do efetivo de bovinos e efetivo de ovinos no Rio Grande do Sul.....	24
Figura 4 – Fluxos envolvidos na dinâmica do estoque de forragem para fins de orçamentação forrageira	32
Figura 5 – Etapas do orçamento forrageiro do semiárido	34
CAPÍTULO II	36
Figure 1. Location of research sites and typical photos of pastoral conditions in the Pampa biome and High-Altitude grasslands.....	45
Figure 2. Ordination diagram of the research sites with their respective pastoral conditions and the species of the Pampa grasslands that showed correlations > 50% with the x-and/or y-axes in the principal coordinates analysis.....	48
Figure 3. Ordination diagram of the research sites with their respective pastoral conditions and the species of the High-Altitude grasslands that showed correlations > 50% with the x-and/or y-axes in the principal coordinate analysis	49
Figure 4. Contribution of the plant functional types of the family Poaceae among different levels of herbage masses of the Pampa biome, Atlantic Forest biome, and all research sites of the Southern Grasslands of Brazil	54
Figure 5. Synthesis of the main factors that determine the vegetational dynamics of natural grasslands.	55
CAPÍTULO III	68
FIGURA 1 Localização dos sítios de pesquisa e fotos típicas das condições pastoris do bioma Pampa e Campos de Altitude	73

FIGURA 2 Relação entre altura do dossel e massa de forragem para os Campos do bioma Pampa e Campos de Altitude, sul do Brasil.....	75
FIGURA 3 Taxa de acúmulo diária de matéria seca (MS) das pastagens naturais do sul do Brasil ao longo do ano de 2019 em diferentes massas de forragem (MF)..	77
FIGURA 4 Relação entre massa de forragem e taxa de acúmulo para as pastagens naturais do sul do Brasil durante a primavera, verão, outono e inverno, 2019.....	78
CAPÍTULO IV	91
Figura 1 – Componentes e suas variáveis para a ferramenta de orçamentação forrageira dos Campos Sulinos, Brasil	94
Figura 2 – Classificação das condições pastoris da ferramenta de orçamentação forrageira para os campos do bioma Pampa e Campos de Altitude	97
Figura 3 – Acúmulo de forragem de distintas condições pastoris da região da Campanha, Depressão Central, Serra do Sudeste, Litoral e Campos de Cima da Serra do Rio Grande do Sul	99
Figura 4 – Planilha demonstrativa da ferramenta de orçamentação forrageira anual dos Campos Sulinos	102
Figura 5 – Relatório mensal da ferramenta de orçamentação forrageira com o saldo de forragem para a realização do planejamento tático, em condição pastoril de baixa massa de forragem nos Campos Sulinos	104
Figura 6 – Relatório mensal da ferramenta de orçamentação forrageira com o saldo de forragem para a realização do planejamento tático, em condição pastoril de alta massa de forragem nos Campos Sulinos	105

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ACE	Aceguá
Al	Alumínio
ALE	Alegrete
ANOVA	Análise de variância
AOAC	Association of Official Agricultural Chemists
C3	Ciclo metabólico C3
C4	Ciclo metabólico C4
Ca	Cálcio
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEPOV	Centro de Ensino e Pesquisa em Ovinocultura
Cfa	Clima subtropical com verão quente
Cfb	Clima temperado com verão ameno
cm	Centímetros
cmolc	Centimol de carga
CMS	Consumo de matéria seca
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CV	Coeficiente de variação
DEPLAN	Departamento de Planejamento Governamental
DMO	Digestibilidade da matéria orgânica
ECOQUA	Laboratório de Ecologia Quantitativa
ELD	Eldorado do Sul
ENC	Encruzilhada do Sul
FAPERGS	Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
g	Gramas
GMD	Ganho médio diário
GPEP	Grupo de Pesquisa em Ecologia do Pastejo
h	Horas
ha	Hectares
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
JAQ	Jaquirana
K	Potássio
kg	Quilogramas
km	Quilômetros
LAV	Lavras do Sul
LDMC	Functional leaf dry matter content
LIG	Lignina
m	Metros
MF HM	Massa de forragem Herbage Mass

MFi	Massa de forragem atual
MFi+1	Massa de forragem no futuro
mg	Miligramas
Mg	Magnésio
mm	Milímetros
MM	Material morto
MS DM	Matéria seca Dry matter
MULTIV	Multivariate exploratory analysis
nº	Número
NRC	National Research Council
OF HA	Oferta de forragem Herbage allowance
ORCID	Open Researcher and Contributor ID
P	Fósforo
PB	Proteína bruta
PCoA	Ordination analysis through principal coordinates
PELD	Projeto ecológico de longa duração
PFT	Plant functional types
pH	Potencial hidrogeniônico
PR	Paraná
PV LW	Peso vivo Live weight
R²	Coeficiente de determinação
RS	Rio Grande do Sul
SAS	Statistical Analyses System
SC	Santa Catarina
SEM	Standard error of the mean
SFP	São Francisco de Paula
SPGG	Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão
TA	Taxa de acúmulo
TAV	Tavares
UA	Unidade animal
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
VAC	Vacaria

CAPÍTULO I

1 Introdução Geral

As pastagens naturais do sul do Brasil apresentam alta biodiversidade e contribuem para o diferencial econômico e ecológico da produção animal a pasto no país. A produção pecuária nos Campos Sulinos é uma atividade predominantemente desenvolvida em pastagem natural, de forma extensiva e com baixos índices produtivos. Com isso, apesar da reconhecida importância destas pastagens para a manutenção do equilíbrio ecológico, observa-se uma crescente eliminação e transformação destes campos pelo excesso de carga animal e expansão de outras atividades agrícolas (grãos, pastagens cultivadas e silvicultura) (NABINGER, 2006; NABINGER; CARVALHO, 2009). Esta situação ainda pode ser minimizada ou até mesmo revertida, se houverem alternativas econômicas que assegurem a permanência da atividade pecuária em pastagens naturais (NABINGER, 2006).

O primeiro passo para o sucesso de um sistema pastoril é o correto planejamento e manejo dos recursos forrageiros. No entanto, a complexidade de avaliar a produção de forragem em pastagens naturais é um grande entrave para muitos produtores. O crescimento vegetal é um reflexo de diversos fatores relacionados ao tipo de solo, condição climática, intensidade de pastejo e a própria composição de espécies da pastagem (NEVES et al., 2009; PALLARÉS; BERRETTA; MARASCHIN, 2005). Estes fatores geram diferentes condições pastoris associadas ao nível de massa de forragem, podendo afetar a produtividade primária e o valor nutritivo das pastagens naturais, com modificações da comunidade vegetal. O entendimento dessa dinâmica pode favorecer o desenvolvimento de técnicas e ferramentas que auxiliem o produtor no planejamento da propriedade, favorecendo a tomada de decisão para o correto manejo pastoril.

Ferramentas simples como a orçamentação forrageira, amplamente utilizada em países como a Nova Zelândia e adotada por algumas instituições nacionais, podem contribuir para o planejamento e sustentabilidade dos sistemas pastoris dos Campos Sulinos. Esta ferramenta gera uma estimativa da produção e demanda de forragem ao longo do ano, permitindo o planejamento alimentar das propriedades. Sabe-se que no sul do Brasil ocorrem períodos críticos de produção forrageira em pastagens naturais, que durante alguns meses limitam a produção animal (MEZZALIRA et al., 2012). Com a quantificação mensal de matéria seca ha^{-1} produzida e consumida pelo rebanho nestas pastagens, será possível que o produtor

realize um planejamento tático visando manter o equilíbrio entre produção e demanda forrageira.

Neste contexto, a tese foi estruturada em quatro capítulos. O primeiro capítulo traz uma revisão bibliográfica que resgata referências quanto as características dos Campos Sulinos e da atividade pecuária na região de estudo, oportunizando ao leitor também um entendimento prévio dos assuntos sobre a produção primária e orçamentação forrageira que serão abordados nos próximos capítulos. O segundo capítulo aborda a caracterização e mudanças da comunidade vegetal frente as diferentes condições pastoris do bioma Pampa e Mata Atlântica (Campos de Altitude), com relação a contribuição de espécies e padrões dos grupos funcionais de plantas. O terceiro capítulo apresenta resultados de produtividade primária e valor nutritivo das pastagens naturais do bioma Pampa e Campos de Altitude, nos diferentes níveis de massa de forragem e estações do ano, gerando uma importante base de dados para o último capítulo. Por fim, o quarto capítulo traz uma proposta de ferramenta (protótipo) de orçamentação forrageira para os Campos Sulinos do Brasil, abrangendo as diferentes condições pastoris das regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul, com aplicação em propriedades rurais que possuem as pastagens naturais como base de seu sistema alimentar.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Campos Sulinos e os biomas do Rio Grande do Sul

O termo Campos Sulinos é utilizado para denominar as regiões campestres de três estados da região sul do Brasil: Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina (SC) e Paraná (PR) (OVERBECK et al., 2015) (Figura 1, B). Estes campos são ecossistemas naturais com alta diversidade de espécies vegetais e animais, possuindo elevada função econômica e ecológica. Além disso, os Campos Sulinos são a principal fonte forrageira para a pecuária, abrigam alta biodiversidade e apresentam uma importante beleza cênica com alto potencial turístico (CARVALHO et al., 2006; PILLAR et al., 2012).

De acordo com o mapeamento realizado pelo IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2004) em parceria com o Ministério do Meio Ambiente, o Brasil é constituído por seis biomas continentais: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa (Figura 1, A). Os Campos Sulinos estão inseridos em dois biomas brasileiros, o bioma Pampa e o bioma Mata Atlântica, sendo que o Pampa estende-se sobre amplas regiões do Uruguai e Argentina (PILLAR et al., 2012).

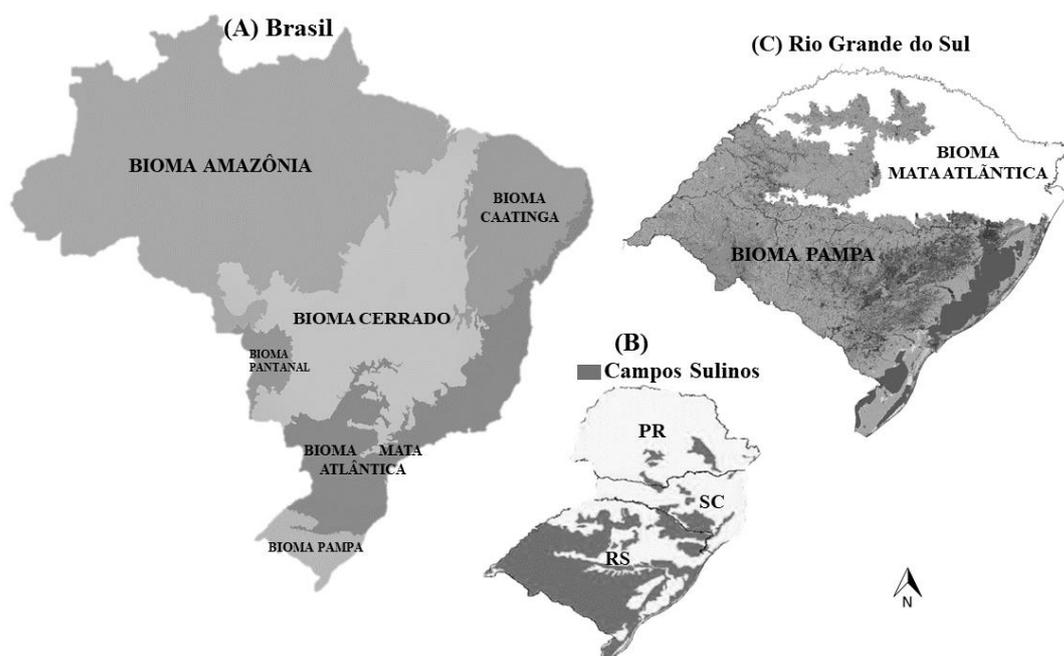


Figura 1 – Mapa do Brasil e a classificação oficial dos biomas continentais brasileiros segundo IBGE, 2004 (A). Distribuição dos Campos Sulinos na região sul do Brasil (B).

Rio Grande do Sul e seus dois biomas (C). Fonte: montagem elaborada por Motta, 2022.

Apesar da distinta composição florística entre os campos destes dois biomas do RS, há um grande número de espécies vegetais incluindo as mais abundantes, que ocorrem tanto no bioma Pampa quanto no bioma Mata Atlântica. Com isso, justifica-se o emprego do termo “Campos Sulinos” para a região como um todo (OVERBECK et al., 2015).

Existem mais de 3.000 espécies de plantas superiores nos Campos Sulinos, sem considerar musgos, samambaias ou líquens. Destas, mais de 2.600 espécies estão presentes no RS, que comporta a maior proporção de campos da região sul do Brasil. Nos campos do bioma Pampa ocorrem cerca de 2.150 espécies e nos campos do bioma Mata Atlântica são em torno de 1.620 espécies (BOLDRINI; OVERBECK; TREVISAN, 2015). Os Campos Sulinos apresentam pastagens naturais com grande diversidade de Poaceae (gramíneas) e Fabaceae (leguminosas). As gramíneas apresentam um alto valor forrageiro e são dominantes nas pastagens naturais do RS com aproximadamente 423 espécies, das 473 espécies de gramíneas nativas do estado (BOLDRINI; OVERBECK; TREVISAN, 2015).

O RS é composto por dois biomas: Pampa e Mata Atlântica (Figura 1, C). O RS situa-se no extremo sul do Brasil e apresenta uma superfície terrestre de aproximadamente 281.748 km² (28,17 milhões de ha), que fazem fronteira com o Uruguai e a Argentina. No Brasil, o bioma Pampa restringe-se a metade sul do RS, com uma área de aproximadamente 176.496 km² (17,6 milhões de ha), ocupando 63% do território regional e 2,1% do território nacional (IBGE, 2004). Além da metade sul do RS, o bioma Pampa abrange uma extensa região natural com mais de 750.000 km² que se estende por todo o Uruguai, o centro-leste da Argentina e o extremo sudeste do Paraguai, constituindo uma das maiores extensões de ecossistemas campestres de clima temperado do continente sul-americano (CHOMENKO; BENCK, 2016).

Segundo a classificação de Köppen, o clima do bioma Pampa é do tipo Cfa, com temperatura média anual variando entre 16,8°C a 17,7°C, precipitação média anual entre 1.414 mm a 1.665 mm, com a possibilidade de ocorrências de geadas entre os meses de abril a novembro e estiagem de dezembro a fevereiro (MORENO, 1961). As condições edafo-climáticas deste bioma contribuem para sua complexidade, permitindo várias formações vegetacionais, aumentando a biodiversidade e

heterogeneidade forrageira das extensas áreas de campos. Apesar da maioria das espécies forrageiras destes campos serem de clima tropical e subtropical, com ciclo fotossintético C4, esta heterogeneidade forrageira deve-se ao fato da presença e contribuição conjunta de espécies de clima temperado, com ciclo fotossintético C3, além de numerosas de espécies de outras famílias botânicas (BOLDRINI, 1997, 2006).

Dentre as espécies vegetais que compõe a biodiversidade dos campos do bioma Pampa, as gramíneas contribuem em torno de 60% a 80% do total da biomassa aérea disponível (QUADROS; CRUZ; THEU, 2006). Os gêneros mais encontrados entre as gramíneas são: *Paspalum*, *Axonopus*, *Andropogon*, *Panicum*, *Setaria*, *Digitaria*, *Schizachyrium*, *Bromus* e *Stipa*. As leguminosas representam em torno de 8% e dentre os gêneros mais encontrados se destacam *Adesmia*, *Vicia*, *Lathyrus*, *Trifolium*, *Medicago*, *Desmodium*, *Rhynchosia*, *Aeschynomene*, *Arachis* e *Vigna* (BOLDRINI, 2009). Além desta grande diversidade de espécies de gramíneas e leguminosas, o Pampa ainda apresenta uma fauna exuberante, com a presença de vários insetos, inclusive abelhas melíferas nativas, pássaros, mamíferos, répteis, dentre outros, cujo o habitat é exclusivamente o campo (NABINGER, 2006). Este bioma possui uma grande capacidade de resiliência, tornando absolutamente indispensável a sua manutenção para preservação do meio-ambiente, da paisagem e da sustentabilidade econômica (NABINGER, 2006).

O bioma Mata Atlântica inclui áreas de campos no planalto sul-brasileiro distribuídos desde o norte do RS até o PR, formando mosaicos com as florestas, na metade norte do RS e nos estados de SC e PR (OVERBECK et al., 2009, 2015). De acordo com Ministério do Meio Ambiente os campos do bioma Mata Atlântica são denominados de “Campos de Altitude”, e segundo Fortes (1959), fazem parte da região dos Campos de Cima da Serra, como são conhecidos no RS.

A vegetação dos Campos de Altitude é representada por grandes extensões de campo, entremeados com turfeiras e mata de araucária (*Araucaria angustifolia*), associadas a outras espécies como o pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii*) e a bracatinga (*Mimosa scabrella*), cobertas por barba-de-pau (*Tillandsia usneoides*). Estes campos são constituídos também por gramíneas entouceiradas como o capim-caninha (*Andropogon lateralis*), que muitas vezes é a espécie dominante. Outras espécies típicas são o capim-mimoso (*Schizachyrium tenerum*), o capim-cabeludo (*Axonopus siccus*) e as carquejas (*Baccharis crispa* e *Baccharis articulata*), além de

muitas outras flores atrativas do gênero das compostas, como o cravo-de-campo-catarinense (*Trichocline catharinensis*) (BOLDRINI, 2009; OVERBECK et al., 2015).

O clima dos Campos de Altitude segundo a classificação de Köppen é o Cfb (MORENO, 1961). A precipitação média anual varia de 1.500 mm a 2.100 mm, distribuída uniformemente ao longo do ano, possuindo médias de temperatura de 22°C nos meses mais quentes e de 3°C nos meses mais frios, com possibilidades de geadas e neve. Apesar das condições climáticas propiciarem o desenvolvimento de espécies vegetais hibernais, a região apresenta uma dominância de espécies estivais. Provavelmente, isso ocorre pelo uso do fogo na época de início do desenvolvimento das espécies hibernais, com foco no rebrote da vegetação para ser utilizada durante a primavera e verão na alimentação dos bovinos, não permitindo o florescimento e a frutificação destas espécies (BOLDRINI, 2009). Com isso, conforme descrito por Boldrini (1997), é característico desta região a alta porcentagem de solo descoberto associada à dominância de espécies cespitosas eretas e de ciclo estival.

Os Campos de Altitude abrigam espécies de diversas famílias, algumas muito vistosas, como as compostas, as leguminosas, as verbenáceas e as solanáceas. A família Asteraceae abrange 24% das espécies, seguida pela Poaceae com 20%, Leguminosae e Cyperaceae com 7%, Apiaceae com 3%, e outras famílias correspondem a 39% das espécies (BOLDRINI, 2009). Entre as Asteraceae destacam-se: *Acmella bellidioides*, *Baccharis milleflora*, *B. trimera*, *B. uncinella*, *Calea phyllolepis*, *Eupatorium bupleurifolium*, *Eupatorium tanacetifolium*, *Hieracium commersonii*, *Hypochaeris lutea*, *Holocheilus monocephalus*, *Mikania decumbens*, *Perezia squarrosa* subsp. *cubataensis*, *Senecio conyzifolius*, *S. juergensii*, *S. oleosus*, *S. pulcher*, *Trichocline catharinensis*, *Vernonia catharinensis* e *V. tweedieana*. Já entre as Poaceae podem-se citar: *Andropogon lateralis*, *Axonopus siccus*, *Paspalum maculosum*, *Schizachyrium tenerum*, *S. spicatum*, *Andropogon macrothrix* e *Paspalum pumilum* (BOLDRINI, 2009).

A dinâmica dos campos naturais possui relação direta com os aspectos fisiográficos das regiões (vegetação, recursos hídricos e relevo). Com base nos estudos do Serviço Estadual de Geografia, aprovada pelo Conselho Nacional de Geografia em 1956, foi adotada a divisão regional do Rio Grande do Sul integrada por 11 regiões fisiográficas (PACHECO, 1956) (Figura 2, A). De acordo com a fitofisionomia, Hasenack et al. (2010) propuseram a seguinte classificação dos campos para o bioma Pampa: campo misto de andropogoneas e compostas, campo

com barba-de-bode, campos graminoso, campo arbustivo, campo litorâneo, campos com areias, campos com espinilho e campo de solos rasos (Figura 2, B). Cerca de 46,9% do RS ainda mantém sua vegetação natural, constituída por 27,33% de campo nativo e 19,59% de floresta nativa (MAPBIOMAS, 2021). Estas áreas de campo nativo, estão localizadas principalmente na região da Campanha, com algumas áreas remanescentes na Serra do Sudeste, Depressão Central e Campos de Cima da Serra, e com menos expressividade na região do Litoral e Missões. Segundo MapBiomas (2021), atualmente o RS apresenta uma área de pastagem natural de aproximadamente 73.410 km² (7,3 milhões de ha), sendo que, em 1975 esta área era de 130.610 km² (13,1 milhões de ha). Observa-se uma diminuição de 43,8% das áreas de pastagens naturais neste período.

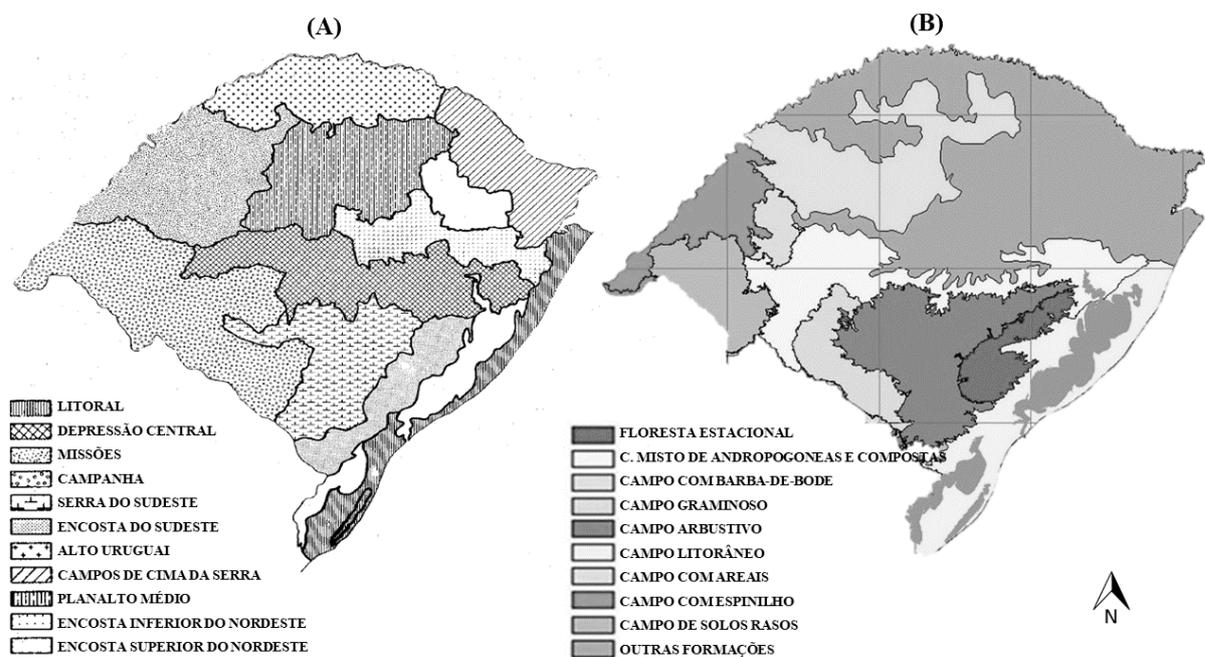


Figura 2 – Regiões fisiográficas (A) e unidades fitofisionômicas (B) do Rio Grande do Sul. Fonte: adaptado de Pacheco, 1956 e Hasenack et al., 2010.

Uma das grandes motivações da extinção das áreas de pastagens naturais do RS é a expansão da fronteira agrícola. Várias regiões do estado perdem anualmente importantes remanescentes campestres devido a implementação de atividades agrícolas como as lavouras anuais (soja e arroz), a formação de pastagens cultivadas e os plantios florestais. De acordo com Gonçalves et al. (2012), muitas das áreas em que ainda persiste a vegetação nativa deve-se as características do solo, em razão

da baixa profundidade e das proporções de afloramentos rochosos, que dificultam a semeadura das culturas de grãos e das pastagens cultivadas.

Outro motivo que ameaça diretamente a vegetação campestre natural é o excesso de lotação normalmente empregado no manejo das pastagens naturais (CARVALHO et al., 2006), afetando de maneira negativa a interação solo x planta x animal. Com isso, pesquisas relacionadas a produtividade primária destas pastagens naturais para o correto manejo pastoril, podem contribuir para minimizar a supressão das áreas nativas e evitar a degradação dos biomas. Conforme Carvalho et al. (2006), as consequências estimadas da degradação do bioma são: a fragmentação da paisagem, perda de biodiversidade, invasão biológica, poluição das águas, erosão e degradação dos solos.

2.2 Produção pecuária nas pastagens naturais do Rio Grande do Sul

O Rio Grande do Sul detém uma parcela significativa da produção pecuária nacional. O rebanho de bovinos é um dos sete maiores do Brasil com aproximadamente 13,2 milhões de cabeças e o efetivo de ovinos é de aproximadamente 3,4 milhões, atribuindo ao estado o segundo maior rebanho de ovinos do Brasil (IBGE, 2018). A população de bovinos e ovinos está inserida e distribuída principalmente na metade sul do estado e nos Campos de Altitude (bioma Mata Atlântica), com uma maior concentração na região da Campanha e Serra do Sudeste no bioma Pampa (Figura 3).

Os campos do bioma Pampa e os Campos de Altitude são compostos por pastagens naturais que são a principal fonte forrageira utilizada para a produção de bovinos de corte do RS, representando a base da alimentação da pecuária do estado (CARVALHO et al., 2006; NABINGER, 2006). Uma parcela significativa da produção pecuária do RS ainda é produzida nestas pastagens naturais e constitui-se como uma atividade de grande importância técnica-produtiva, econômica e sociocultural (GONÇALVES et al., 2012). No entanto, muitas vezes esta atividade é considerada extrativista e pouco produtiva (CRAWSHAW et al., 2007) devido principalmente ao manejo incorreto das pastagens naturais.

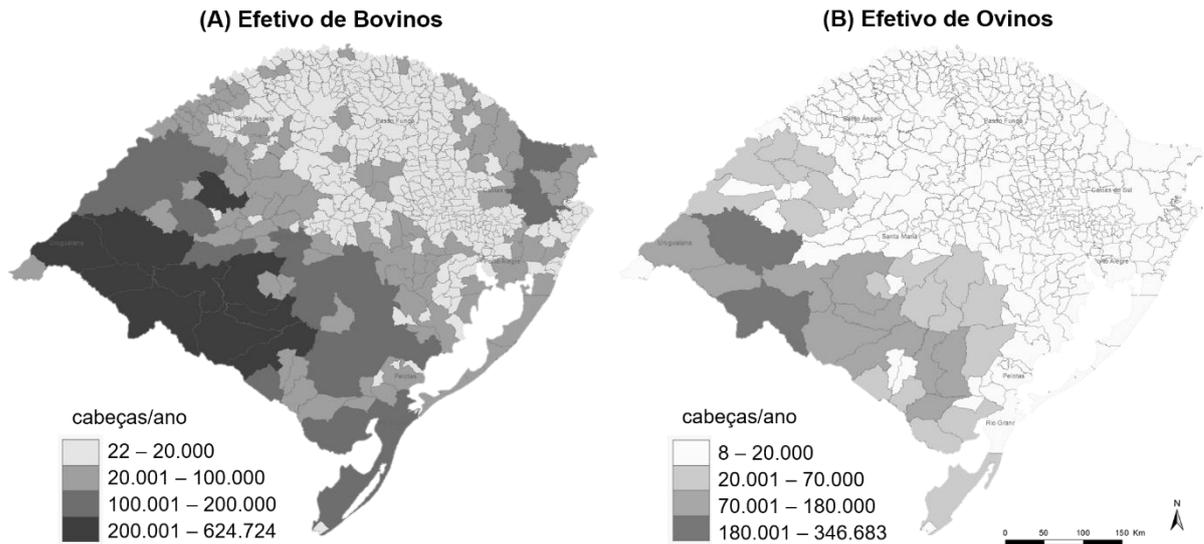


Figura 3 – Distribuição do efetivo de bovinos (A) e efetivo de ovinos (B) no Rio Grande do Sul, média 2016-2018. Fonte: adaptado de SPGG/DEPLAN, 02/2020.

A ovinocultura do RS também possui baixos índices produtivos em pastagens naturais, apesar de ser uma atividade tradicional e de grande importância econômica e sociocultural para o estado. Muitas propriedades possuem animais de baixo padrão zootécnico e baixíssimo nível tecnológico, subestimando o campo natural como fonte de nutrientes e favorecendo a ocorrência de infecções parasitárias (CARVALHO et al., 2006). A baixa qualidade genética dos animais, a sanidade e a baixa produção primária das pastagens naturais contribuem para os baixos índices de produtividade. De acordo com Poli et al. (2012), a baixa produção líquida do campo natural deve-se, principalmente, a problemas no manejo da desfolha, pela alta carga animal. Os aspectos relacionados a quantidade de pasto ofertado possuem grande relevância, assim como, a forma com que a forragem é apresentada aos animais (altura, massa de forragem) (CARVALHO et al., 2001). Com isso, é necessário o correto manejo pastoril para aumentar a produção de forragem, e conseqüentemente o desempenho dos ovinos.

O manejo inadequado relacionado as áreas pastoris destinadas a produção pecuária no RS têm reflexo negativo direto na produtividade vegetal e animal, associando historicamente o campo nativo ao baixo desempenho animal. A produtividade média dos sistemas de terminação em pastagens naturais no RS é de 70 kg de peso vivo (PV) $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$, sendo que, é possível triplicar esta produção a custo zero, atingindo de 200 a 250 kg $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ somente em pastagem nativa, sem a

adição de qualquer insumo, apenas com um correto ajuste na carga animal em função da disponibilidade de forragem (NABINGER, 2006). Este mal manejo das pastagens e a baixa produtividade animal do RS contribui para a expansão da fronteira agrícola e a implantação de pastagens cultivadas, colaborando em boa parte para a destruição do campo nativo. De acordo com Gonçalves et al. (2012), esta destruição deve-se não apenas por estabelecer culturas exóticas no campo, mas também pelo uso desordenado de herbicidas para impedir o crescimento do pasto natural e espécies indesejáveis na alimentação animal. É necessário alternativas para o correto manejo das pastagens naturais que contribuam para sua preservação e garantam a sustentabilidade econômica e ambiental da atividade pecuária.

O grande limitante para a produção animal em campo nativo no RS é a estação de inverno, pela baixa produtividade primária, refletindo em baixos índices produtivos na pecuária. Este período dura em média 100 dias e apresenta condições climáticas desfavoráveis como frios e geadas, que de acordo com o tipo de solo e com o ciclo das espécies vegetais predominantes, afetam a oferta de forragem na época em que ocorre o maior requerimento nutritivo dos rebanhos (gestação e lactação) (CARÁMBULA, 1997). Apesar da baixa produção quantitativa e qualitativa de forragem no outono-inverno, as pastagens naturais do RS apresentam boas produções no período de primavera-verão (COELHO FILHO; QUADROS, 1995).

Normalmente, a partir do fim do verão e início do outono (março) até o início da primavera (setembro), ocorre um declínio na qualidade da forragem do campo nativo, que reflete na perda de peso dos animais, podendo chegar a até 20% do PV (FONTOURA JÚNIOR et al., 2007). Em regiões como os Campos de Altitude, que apresentam invernos rigorosos e extensos, os bovinos começam a perder peso a partir da segunda quinzena de março, e no mês de julho chegam a perder mais de 0,8 kg animal⁻¹ dia⁻¹ (GROSSMAN; MOHRDIECK, 1956). O correto manejo da oferta de forragem (OF) através do ajuste de carga, pode minimizar esta perda de peso que ocorre durante o outono-inverno e maximizar o ganho dos animais no período de primavera-verão. Fontoura Júnior et al. (2007) trabalharam com diferentes intensidades de pastejo na região da Serra do Sudeste e afirmaram que com o ajuste da carga animal em função da massa de forragem disponível é possível manter o PV dos bovinos no período de inverno.

Neste contexto, vários trabalhos envolvendo o ajuste de carga animal e a OF têm sido desenvolvidos em pastagens naturais. De acordo com Carvalho et al. (2006),

já é possível estabelecer uma faixa de OF que otimize o ganho médio diário (GMD) dos animais e o ganho de peso vivo por área, promovendo a eficiência produtiva e a sustentabilidade do ecossistema. Soares et al. (2005) verificaram que a variação no nível de OF de 8% na primavera e 12% no verão (8-12%), resultou em maior GMD dos bovinos no período do inverno, pela maior qualidade da forragem ao início dessa estação. Ao trabalharem com novilhas de corte em uma pastagem natural na região da Depressão Central, Mezzalira et al. (2012) observaram que o maior GMD na média anual foi da OF 8-12% (0,345 kg animal⁻¹). Já a OF de 4% proporcionou um GMD muito baixo (0,022 kg animal⁻¹), com baixa produção vegetal. Apesar da OF 16% ter permitido um GMD de 0,246 kg animal⁻¹, os aumentos na altura do pasto e na massa de forragem não refletiram em aumento do desempenho animal. Além disso a carga animal é muito baixa determinando baixos ganhos por área. Portanto, observa-se que as ofertas de forragem moderadas são mais vantajosas, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental, podendo-se obter expressivos ganhos por animal e por área (POLI et al., 2012).

A lotação média nas pastagens naturais do RS é de 1,10 unidade animal (UA) ha⁻¹, que representa uma carga anual de aproximadamente 497 kg de PV ha⁻¹, apresentando extremos de 0,24 UA ha⁻¹ a 4,03 UA ha⁻¹, o que denota a pouca consistência de critérios para o ajuste da carga animal no RS (NABINGER, 2006). Esta superlotação animal em áreas de pastagem natural, afeta a existência de algumas espécies nativas pelo seu consumo e pisoteio, resultando em compactação do solo e paralisação do crescimento vegetativo das espécies, com reflexos negativos no número de espécies (GONÇALVES et al., 2012). Para contornar esta variabilidade na taxa de lotação e extinguir os efeitos negativos da superlotação em pastagem natural, é necessário ferramentas para quantificar a produção vegetal e o consumo dos animais ao longo do ano, auxiliando na correta adequação da carga animal e no planejamento alimentar a longo prazo. Conforme Nabinger (2006), é necessário para atividade pecuária a otimização do uso dos recursos disponíveis, investindo em tecnologias de baixo custo, adotando formas de gestão interna na propriedade que possibilitem o controle real das despesas e do manejo do rebanho e das pastagens.

2.3 Produção e demanda forrageira: a interface planta x animal

Os pecuaristas que optam por trabalhar com produção animal baseada em pastagens lidam com complexos e intrincados processos biológicos relacionados à produção e utilização de forragem (BARIONI et al., 2006). O entendimento desses processos que regem as interações entre produtividade primária (vegetal) e resposta animal é fundamental para o estabelecimento de potenciais padrões de produtividade, que vão das mais simples ações de manejo até o uso de tecnologias e insumos com alto grau de alteração na produção secundária (animal) (CARVALHO et al., 2006). O ajuste do suprimento à demanda de alimentos é um dos pontos fundamentais para o sucesso do sistema de produção, mas a determinação da capacidade de crescimento das plantas forrageiras tem se configurado em um dos maiores desafios ao desenvolvimento de sistemas integrados de planejamento e apoio à tomada de decisão em sistemas pastoris (TONATO; BARIONI; PEDREIRA, 2010).

A cobertura vegetal condicionada pelo ambiente físico elabora diariamente a matéria seca (MS) que serve de alimento para os animais em pastejo (MARASCHIN, 2012). Segundo Nabinger (2006), o crescimento das plantas depende da energia fornecida pela luz solar, que é captada pela folha para realizar a fotossíntese. É através desse processo que a planta absorve carbono do ar para formação de seus tecidos. A massa de MS produzida pela pastagem ao longo da estação de crescimento é o produto da ação integrada da altitude, do tipo de solo, das condições climáticas da região e da flora reagente (MARASCHIN, 2012). Segundo Garagorry et al. (2008), a vegetação das pastagens naturais pode ser considerada o produto das características físicas e químicas do solo, da posição topográfica e das condições climáticas.

Os solos podem influenciar claramente a vegetação natural. Os solos mais rasos condicionam a menor capacidade de armazenamento de água, proporcionando condições hídricas extremas para as plantas, principalmente no verão. Solos mais arenosos, por exemplo, possuem baixa retenção de água, podendo criar condições de estresse para as plantas. Em condições de seca, o crescimento das plantas pode ser mais lento, e muitas espécies apresentam adaptações para evitar a perda de água, como folhas reduzidas ou presença de pilosidade. Por outro lado, quando há impedimento da drenagem do solo, pelo excesso de água, as plantas enfrentam o estresse oposto (OVERBECK et al., 2015). Os efeitos da intensidade de pastejo também podem alterar algumas características do solo. Altas intensidades de pastejo,

resultam numa drástica redução do teor de matéria orgânica do solo devido à erosão. Intensidades menores de pastejo, mantem uma cobertura adequada do solo, evitando as perdas por erosão, e aumentando a quantidade de raízes e material em decomposição, resultando numa melhoria da condição física do solo (NABINGER, 2006).

A maior parte da variação estacional da produção de forragem é relacionada as condições climáticas sazonais. A região sul do Brasil apresenta uma importante variação climática ao longo do ano, no inverno é bem comum as geadas e no verão as altas temperaturas são frequentes (acima de 35°C) (JOCHIMS et al., 2017). As respostas ao padrão climático dependem do genótipo da planta forrageira (BARIONI et al., 2006). As pastagens naturais do RS são formadas principalmente por espécies de ciclo metabólico C4, que reduzem a capacidade de manter a produção de forragem e a qualidade nutricional no período de inverno (MOOJEN; MARASCHIN, 2002). Na primavera ocorre o desenvolvimento das gramíneas hibernais, com metabolismo fotossintético C3 (BOLDRINI; OVERBECK; TREVISAN, 2015). Os efeitos da estação do ano indicam que o verão e a primavera são as estações que possibilitam o aumento da massa de forragem, em decorrência do clima favorável predominante (THUROW et al., 2009).

Durante a temporada de inverno, a pastagem natural apresenta uma redução em suas características quantitativas e qualitativas de produção (MOOJEN; MARASCHIN, 2002). Em um trabalho realizado por Jochims et al. (2013), os autores observaram que as temperaturas mais baixas influenciaram na característica química da forragem, resultando em um menor teor de proteína bruta (PB) e aumento do teor de fibra em detergente neutro (FDN). Ao estudarem o potencial produtivo de uma pastagem nativa submetida a níveis de OF na região da Depressão Central do RS, Moojen e Maraschin (2002) verificaram que com o aumento da OF, ocorre redução na porcentagem de PB e na digestibilidade da matéria orgânica e aumento na porcentagem de material morto na matéria seca da forragem.

O crescimento diário da massa de forragem é denominado de taxa de acúmulo (TA) de MS da pastagem natural, representando os kg de MS que o campo dispõe para ser colhido e consumido pelo animal no pastejo (MARASCHIN, 2012). Nessas pastagens naturais, por serem usadas extensivamente e com limitado melhoramento, a TA e a produção de MS estão associadas principalmente à composição botânica e estrutural da vegetação e em parte, são determinadas pelas características do solo,

temperatura, regime hídrico, topografia, estação do ano e manejo do pastejo (PALLARÉS; BERRETTA; MARASCHIN, 2005). As pastagens naturais do sul do Brasil são fortemente influenciadas pela temperatura, apresentando variações de produtividade em função das estações do ano (MARASCHIN, 2012). No inverno, as taxas de acúmulo negativas são comuns, principalmente devido à senescência foliar causada pelas baixas temperaturas e pela geada (CARVALHO et al., 2006). A medida que a planta cresce, acumula material envelhecido na sua base, com isso, parece haver uma redução na TA de MS. Na primavera, normalmente ocorrem as maiores taxas de acúmulo de forragem (MARASCHIN, 2001).

De acordo com Thurow et al. (2009), com o aumento das taxas de crescimento do pasto na primavera, a altura do estrato inferior começa a aumentar, observando-se no verão a maior altura das pastagens. Já no outono e inverno, a altura do estrato inferior diminui devido à redução ou paralisação do crescimento das espécies forrageiras e do pastejo preferencial dos animais neste estrato. Estes mesmos autores encontraram em média de todos tratamentos alturas do estrato inferior de 6,7 cm; 5,2 cm; 4,5 cm e 5,2 cm no verão, outono, inverno e primavera, respectivamente. Neves et al. (2009) encontraram correlação positiva entre altura do pasto e a massa de forragem, com avaliações feitas no estrato efetivamente pastejável (entre touceiras), que em tese, apresenta menor heterogeneidade estrutural. Em ambientes muito heterogêneos como as pastagens naturais, não é rara a obtenção de baixo grau de correlação entre essas variáveis. A altura média ideal do estrato inferior para facilitar o processo de ingestão de forragem pelos animais, é ao redor de 11,4 cm para bovinos e 9,5 cm para ovinos (GONÇALVES et al., 2009).

A produção primária das pastagens naturais é afetada também pela intensidade de pastejo, ou seja, pela carga animal imposta no campo, ao afetar a área foliar residual. A relação entre disponibilidade de forragem e carga animal é denominada "oferta de forragem - OF", que é fortemente responsável pela sustentabilidade de todo ecossistema (CARVALHO et al., 2006; MARASCHIN, 2001). Níveis de OF adequados permitem que após o pastejo, as pastagens mantenham mais folhas, resultando em mais fotossíntese, maior absorção de carbono e maior crescimento (NABINGER, 2006). Com o aumento da intensidade de pastejo ocorre a diminuição da captação de energia solar em função do impacto negativo sobre o índice de área foliar (CARVALHO; BATELLO, 2009), refletindo em menor TA da forragem. A manutenção de maior área foliar também tem consequências sobre o solo, com maior cobertura.

Ela evita a erosão, há uma melhora das condições químico-físicas-biológicas do solo apresentando maior disponibilidade de nutrientes, e melhora na capacidade de infiltração e de armazenamento de água refletindo no maior crescimento da pastagem (NABINGER, 2006).

Ofertas de forragem em torno de 12% parecem ser as que promovem maior produção primária e secundária, assim como, maior diversidade e riqueza florística (NABINGER, 2006). Neves et al. (2009) verificaram que a produção de matéria seca e a taxa de acúmulo de forragem foram mais altas quando se diminuiu a OF para 8% na primavera, mantendo 12% nas demais estações (8-12%). Fontoura Júnior et al. (2007) encontraram, durante o inverno, resultados de TA de 4 kg de MS ha⁻¹ na OF de 8% e TA de 5,7 kg de MS ha⁻¹ na OF de 14% em Cachoeira do Sul - RS. Rizo et al. (2004) encontraram resultados semelhantes, TA de 2,20 kg de MS ha⁻¹, em Bagé, RS. Na primavera, Soares et al. (2005) verificaram que a OF de 16% apresentou a menor TA de MS (8,8 kg MS ha⁻¹), e não houve diferença entre 8 e 12% de OF (10,9 e 11,3 kg de MS ha⁻¹). Estes mesmos autores observaram que a maior TA, tanto no período de verão como no período de inverno, foi do tratamento 8-12%. As taxas de acúmulo parecem ser mais sensíveis aos efeitos das condições meteorológicas nas menores OF, acumulando mais MS na primavera e verão, e menor acúmulo de MS no outono e inverno (SOARES et al., 2005).

A ingestão de forragem apresenta variações de acordo com o peso e estágio fisiológico dos animais, assim como, pela qualidade do alimento fornecido aos animais (BARIONI et al., 2006). Com a aplicação de diferentes gradientes de OF ocorrem modificações nos atributos estruturais do pasto, afetando o comportamento ingestivo dos animais. Nesse sentido, estudos de longa duração realizados no sul do Brasil evidenciaram esta associação e geraram orientações quanto ao correto manejo do campo nativo para conciliar desempenho produtivo e ambiental, são elas: oferta de forragem - 8% a 12%; massa de forragem - 1400 kg a 2500 kg de MS ha⁻¹; altura do dossel - 10 cm a 12 cm; proporção de touceiras - 0% a 35% (CARVALHO et al., 2019).

De acordo com Nabinger (2006), a capacidade de ingestão diária de um bovino é em torno de 2,5% do peso vivo, mas para que animal obtenha máximo consumo e a possibilidade de seleção de sua dieta é necessário disponibilizar cerca de quatro a cinco vezes mais do que ele pode consumir por dia, ou seja, entre 10 e 13% do seu peso vivo em forragem com base na matéria seca. Para o estabelecimento da demanda de forragem é necessário saber o número de animais e seu peso vivo médio,

projeções de compra e venda de animais, distribuição das partições, mortalidade e desempenho animal ao longo do período.

2.4 Orçamentação forrageira

Orçamento forrageiro são cálculos da quantidade de forragem disponível e da necessidade de forragem dos sistemas pastoris (CAVALCANTE, 2015). É utilizado para o planejamento alimentar do rebanho, visando apoiar as tomadas de decisões quanto a taxa de lotação e o manejo dos recursos forrageiros em níveis estratégicos e táticos (BARIONI; TONATO; ALBERTINI, 2011). As decisões estratégicas têm horizonte superior a um ano (longo prazo), já o planejamento tático são decisões de médio prazo (até um ano). O planejamento estratégico determina condições gerais do sistema produtivo (período de monta, época de desmama, tamanho do rebanho, reposição de fêmeas, entre outros). No planejamento tático estima-se situações de falta ou excesso de forragem, venda ou compra de animais relacionadas às condições ambientais ou imprevisões de mercado em determinado período. Por último, têm-se o nível operacional (curto prazo) que se refere ao manejo da pastagem em si ao longo dos meses (BARIONI; TONATO; ALBERTINI, 2011).

De acordo com Maraschin (2012), inicialmente precisa-se conhecer a quantidade de forragem disponível para que se possa estabelecer uma carga animal adequada, mantendo os animais bem alimentados com suas funções biológicas normalizadas. O ajuste da carga animal em função da disponibilidade de pasto significa controlar o nível de oferta de forragem, ou seja, a quantidade de pasto que cada animal deve encontrar diariamente a sua disposição (NABINGER, 2006). A relação entre o que se tem disponível de pasto aos animais diariamente em uma escala temporal e a carga animal imposta à pastagem neste mesmo período é o principal fator condicionante da produtividade primária e secundária (CARVALHO et al., 2006).

Com a orçamentação forrageira é possível prever a quantidade de pasto que estará disponível em determinado período, identificando eventuais desbalanços estacionais entre as taxas de acúmulo e o consumo do pasto, permitindo estabelecer ajustes adequados de carga animal. O conhecimento do equilíbrio entre demanda e oferta de forragem, além de ser fundamental para uma produção animal sustentável, permite avaliar qual a estratégia gerencial e quais os ajustes de manejo são

necessários para assegurar a boa utilização da pastagem, mantendo condições favoráveis para a produtividade vegetal e animal, evitando períodos de escassez de forragem e aumentando a lucratividade com redução dos riscos (BARIONI et al., 2006).

Primeiramente, para a realização da orçamentação forrageira é preciso definir alguns pontos como a previsão de alocação de áreas para pastagens e cultivos, das épocas de compra e venda de animais, da época de estação de monta e de partições, para posteriormente, quantificar o estoque inicial de forragem, prever a dinâmica da demanda e produção de forragem, e por último definir as metas de manejo da massa de forragem (BARIONI et al., 2006).

O orçamento forrageiro trabalha com a previsão das variações do estoque de forragem de um sistema pastoril com base na previsão dos fluxos de entrada e saída de forragem, no qual o fluxo de entrada é o acúmulo de forragem (crescimento + senescência), e o fluxo de saída é o desaparecimento de forragem (consumo + perdas) (Figura 4). O valor de massa média de forragem projetada para cada período do ano constitui no principal indicador utilizado. Assim, é necessário expressar o estoque de forragem também em termos de massa de forragem por unidade de área (kg ha^{-1}) para avaliar se essa quantidade de forragem se mantém em níveis adequados para o desempenho da planta forrageira e dos animais (BARIONI et al., 2006).



Figura 4 – Fluxos envolvidos na dinâmica do estoque de forragem para fins de orçamentação forrageira. Fonte: adaptado de Barioni et al., 2006.

A massa de forragem em estoque no futuro (MFi^{+1}) é prevista somando-se o acúmulo e subtraindo-se o desaparecimento de forragem à massa de forragem atual (MFi) ($\text{MFi}^{+1} = \text{MFi} + \text{Acúmulo} - \text{Desaparecimento}$). Se o fluxo de saída for mais intenso que o fluxo de entrada, haverá uma redução da quantidade em estoque até sua exaustão e vice-versa, ou seja, quando o fluxo líquido é positivo haverá uma

elevação do estoque ao longo do tempo (BARIONI et al., 2006). Por exemplo, uma MFi de 1.800 kg ha⁻¹ de MS, com TA de forragem no período de 420 kg ha⁻¹ de MS e com desaparecimento de forragem de 390 kg ha⁻¹ de MS, coloca-se na equação ($MFi^{+1} = 1800 + 420 - 390$), têm-se uma massa de forragem em estoque no futuro de 1.830 kg ha⁻¹ de MS.

Em condições de baixa taxa de lotação, a forragem em estoque, em geral, é suficiente para evitar variações inesperadas na produtividade da pastagem e seus eventuais efeitos negativos sobre o desempenho animal (BARIONI et al., 2006). Já taxas de lotação mais elevadas, a razão entre o estoque e a demanda de forragem é reduzida fazendo com que as variações nas taxas de acúmulo da pastagem reflitam na massa de forragem em estoque e conseqüentemente no desempenho animal (BARIONI; MARTHA JÚNIOR, 2003). Além disso, altas taxas de lotação resultam em pastejo excessivo, que diminui a cobertura do solo, aumenta os riscos de erosão, ocorre a substituição ou extinção de espécies forrageiras produtivas pelas menos produtivas e de menor qualidade. Por outro lado, lotações extremamente baixas também causam efeitos negativos na pastagem pela baixa pressão de pastejo, podendo resultar na dominância de gramíneas altas de baixo valor nutritivo ou de arbustos e outras espécies de baixa qualidade forrageira (NABINGER; MORAES; MARASCHIN, 2000).

Para contornar ou deter os efeitos negativos da baixa ou da alta taxa de lotação, é necessário o planejamento estratégico, relacionando a demanda e oferta de forragem em cada sistema pastoril. Com isso, ferramentas mais eficientes de gestão das pastagens naturais como a orçamentação forrageira devem ser cada vez mais adotadas e aprimoradas para que se tenha uma produção animal produtiva, sustentável e de qualidade.

Algumas ferramentas de orçamentação forrageira já estão disponíveis no Brasil para determinadas regiões do país. É o exemplo da ferramenta “Orçamento Forrageiro Anual” desenvolvida pela Embrapa Caprinos e Ovinos, para propriedades do bioma Caatinga. Sua missão é garantir um equilíbrio adequado entre produção e demanda de forragem de modo a fornecer subsídio para a realização do planejamento alimentar da propriedade, e assim contribuir para aumentar a eficiência de uso do pasto, a produtividade e o desempenho animal (CAVALCANTE, 2015).

A ferramenta fornece aos produtores informações sobre a capacidade de suporte das pastagens naturais e a necessidade de forragem suplementar ao pasto

nativo, possibilitando ao produtor o acesso a informações precisas e qualificadas sobre as quantidades de forragem necessárias para manter o seu sistema de produção ao longo do ano, reduzindo os riscos de perdas econômicas para o sistema por conta da estacionalidade de produção de forragem, bem como, permitindo a realização de um planejamento para compra e venda de insumos e animais para a propriedade rural (CAVALCANTE, 2015).

O orçamento forrageiro do semiárido consiste de três etapas: produção de forragem, demanda de forragem e planejamento estratégico (Figura 5). A primeira etapa é o levantamento da quantidade de forragem disponível através da estimativa de produção de forragem (kg de MS mês^{-1}) da pastagem natural por condição pastoril. Posteriormente, levanta-se outras fontes de alimentação em kg de MS disponíveis na propriedade. A segunda etapa consiste no levantamento da necessidade de forragem pelos rebanhos através do consumo médio diário de MS (% do PV) por espécie e categoria animal. A última etapa é planejamento estratégico baseado no saldo (diferença entre a quantidade de forragem e a demanda de forragem). Se for positivo, significa que há sobra de forragem. Nesse caso, o produtor pode aumentar o número de animais, conservar a forragem na forma de feno, ou até mesmo vender o excedente de pasto. Se faltar forragem, o saldo será negativo. Nesse caso, o produtor deverá vender os animais excedentes ou conseguir outras fontes de forragem e concentrado como uma alternativa para reduzir a quantidade de pasto nativo necessário (CAVALCANTE, 2015).



Figura 5 – Etapas do orçamento forrageiro do semiárido. Adaptado de Cavalcante, 2015.

De acordo com Cavalcante, Gonçalo Filho e Angelo (2013), na Caatinga um dos grandes desafios ainda enfrentados pelos agricultores tem sido a dificuldade em quantificar a forragem disponível e planejar o seu uso pelos animais, de maneira que o recurso alimentar seja utilizado sem que haja comprometimento da produção e da sustentabilidade do ecossistema nativo. Estes autores, através de uma abordagem

participativa, testaram o uso da ferramenta do orçamento forrageiro como instrumento de planejamento para rebanhos caprinos, na época seca, em áreas de Caatinga com consórcios agroecológicos e observaram que a ferramenta do orçamento forrageiro é eficiente para uso estratégico no planejamento de metas de desempenho sustentável de rebanhos caprinos em áreas enriquecidas com consórcios agroecológicos.

Assim como na Caatinga, um dos grandes desafios da produção animal em pastagens naturais do Rio Grande do Sul é a dificuldade dos produtores de quantificarem a forragem disponível aos animais ao longo do ano, ocasionando a sub ou superlotação das áreas de campo. A maioria das ferramentas calibradas e validadas disponíveis no RS são para pastos cultivados, não havendo disponibilidade de ferramentas qualificadas para as pastagens naturais do estado. Portanto, a ferramenta de orçamentação forrageira pode ser de suma importância para a definição do planejamento alimentar nas pastagens naturais do RS, auxiliando na manutenção de sistemas de produção biológica e economicamente sustentáveis na área de abrangência dos Campos Sulinos.

3 Hipóteses e Objetivos

3.1 Hipóteses

Há diferença de composição de espécies e produção primária entre as condições pastoris (determinadas pela massa de forragem) dos Campos Sulinos do Brasil. O aumento do nível de massa de forragem determina mudanças nos padrões vegetacionais, aumento da taxa de acúmulo diária e diminuição do valor nutritivo do pasto.

A avaliação das diferentes massas de forragem dos Campos Sulinos pode gerar dados para a construção de uma ferramenta de orçamentação forrageira, representando as distintas condições pastoris do sul do país.

3.2 Objetivos

Avaliar a composição botânica e a contribuição relativa das espécies e grupos funcionais de gramíneas em diferentes massas de forragem nas pastagens naturais do bioma Pampa e Mata Atlântica (Campos de Altitude).

Determinar a produção quantitativa e qualitativa das pastagens naturais ao longo das estações do ano em diferentes níveis de massa de forragem nos campos do bioma Pampa e Campos de Altitude.

Gerar um protótipo de ferramenta de orçamentação forrageira para o planejamento alimentar dos Campos Sulinos do Brasil.

CAPÍTULO II*

*Artigo apresentado de acordo com a normas da revista *Rangeland Ecology & Management*.

Patterns of plant species composition and functional groups under different pastoral conditions in grasslands of southern Brazil

Juliano H. da Motta¹, Cesar H. E. C. Poli^{1,*}

¹Department of Animal Science, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil.

*Correspondence: Cesar H. E. C. Poli, Department of Animal Science, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Ave. Bento Gonçalves, 7712, Agronomia, 91540-000, Porto Alegre, RS, Brazil.

E-mail address: cesar.poli@ufrgs.br (C.H.E.C Poli).

ABSTRACT

Understanding the patterns of species composition and its functional groups under different pastoral conditions, especially grazing intensity, which results in different herbage masses, is essential for the sustainable use and conservation of natural ecosystems. Here we evaluate the relative contribution of species and functional groups of grasses (Poaceae) in different herbage masses (HM) of natural grasslands in the Southern region of Brazil. Grazed paddocks were selected in six sites in the Pampa grasslands and three sites in High-Altitude grasslands (Atlantic Forest biome). Over a year, different herbage mass (HM) levels (low, medium, and high) were monitored monthly through preferential sampling and each level was sampled once in spring for species composition using three 0.25m² quadrats. The data were subjected to randomization test, ordination analysis through principal coordinates, and regression analysis. Our results indicated a significant interaction between herbage mass and species contribution in the Pampa grasslands ($P = 0.0001$) and Highland grasslands ($P = 0.0033$). The family Poaceae was the most abundant in all sites and the different HM. *Axonopus affinis*, *Paspalum notatum*, *Chaptalia runcinate*, *Senecio selloi*, *Dichanthelium sabulorum*, *Eupatorium christeanum*, and *Plantago myosurus* predominated at lower levels HM, while *Andropogon lateralis* contributed more to higher levels HM along with dead material. The change in predominance for

resource-conserving species occurred at 5800 kg DM ha⁻¹ in the Pampa biome and 2300 kg DM ha⁻¹ in the High-Altitude grasslands. The vegetation patterns of the grasslands of southern Brazil are modified by the grazing intensity (as indicated by herbage mass levels), being possible to relate these levels with the species composition. Lower herbage mass levels were related to higher diversity and alternation in the composition of functional groups, which were dominated by grasses with an ecological strategy of resource capture, while at higher herbage mass levels, resource conservation species predominate.

Key Words: botanical composition, plant functional type, natural grassland.

Introduction

The Southern Grasslands are ecosystems that are part of the *Río de la Plata* grasslands (Burkart, 1975; Soriano et al., 1992). These grasslands are located in the most Southern region of Brazil and extend beyond the borders of Uruguay and the northwestern region of Argentina, composing the natural grasslands of two important Brazilian biomes: the Pampa and Atlantic Forest biomes (IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2004; Overbeck et al., 2015). The natural grassland of these biomes covers an area of approximately 73400 km² in the Brazilian portion and is the main forage source for approximately 13 million cattle and three million sheep (IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018). They have expressive biodiversity, with more than 2600 plant species (Boldrini et al., 2015), shaped by more than three centuries by pastoral activities, with important transformations caused by this and other anthropic actions (Reis and Pillar, 2018). Despite having intrinsic characteristics, the grasslands of the Pampa and Atlantic Forest biomes are often formed by the coexistence of prostrate (creeping growth habit) or cespitous (erect growth habit) Poaceae (grass) species, most of which are perennial with a C4 photosynthetic metabolism and few C3 (Boldrini et al., 2015).

The boundary between the Pampa and Atlantic Forest biomes, between the 28° and 30°

parallels of south latitude, is a transition zone between the tropical and temperate climates (Overbeck et al., 2015, 2009). Thus, climate differences between the two biomes of the Southern Grasslands and their influence on the botanical composition of natural grasslands are evident. The annual thermal amplitude is higher in the Pampa biome than Atlantic Forest biome, with hotter summers and short periods of drought. Summers in the Atlantic Forest biome are milder, with higher precipitations well distributed throughout the year (Overbeck et al., 2015). In addition to climate factors, the soil factor acts together on the grassland. The Pampa grasslands have several physiognomies, the soil mosaic establishes different vegetation structures, with peculiar vegetation of low-size cespituous grasses endemic to the shallow soils, a predominance of the species *Paspalum notatum*, *Andropogon lateralis*, *Coelorachis selloana*, and *Paspalum dilatatum* on deep soils, and a marked presence of prostrate, stoloniferous, or rhizomatous species in the coastal grasslands (Boldrini, 2009; Overbeck et al., 2015). On the Atlantic Forest biome the named “High-Altitude grasslands” are established on more acidic soils and composed predominantly of the tussock grass *A. lateralis* associated with Araucaria forests, dominated by *Araucaria angustifolia* (Boldrini, 2009). The use of fires is frequent due to the need to eliminate the high forage mass accumulated in the hot seasons, that senesce during winter, to benefit the spring regrowth (Boldrini, 2009; Overbeck et al., 2015, 2009). Thus, the use of fire probably selected plant species resistant to this disturbance over the years (Boldrini, 2009).

The composition of plant species in natural grasslands is also determined by the pastoral condition, as it is directly associated with coevolution with large herbivores (Milchunas et al., 1988). In this sense, natural grasslands are ecosystems subject to changes in their plant community, mainly due to disturbances related to grazing. The herbage mass (HM) ($\text{kg dry matter ha}^{-1}$) of natural grasslands is closely related to this disturbance as a direct consequence of the herbage allowance ($\text{kg dry matter } 100 \text{ kg}^{-1} \text{ live weight day}^{-1}$), determinant defoliation intensity (Cruz et al., 2010; Junges et al., 2016; Mezzalira et al., 2012; Nabinger et al., 2011; Neves et al., 2009). The effect of grazing intensities on vegetational dynamics is the result of imposed defoliation patterns that determine the replacement of species according to their capacities for morphological and plastic adaptations (Nabinger et al., 2011).

In general, high grazing intensities (low HM) provide a more homogeneous physical environment, characterized by species with a prostrate growth habit, such as the rhizomatous species *P. notatum*. In contrast, low grazing intensities give the pasture a more heterogeneous environment, with a predominance of species of cespituous growth habit, such as the grass *A. lateralis* (Nabinger et al., 2011; Thurow et al., 2009). In addition, the highly selective grazing dynamics of the animals in an environment of low grazing intensity (high HM) promotes higher structural heterogeneity of pastures, with the formation of double stratum, characterized by a lower stratum preferred by the animals and a tussocks upper layer, composed of more lignified plants (Bremm et al., 2012; Díaz et al., 2007; Ferreira et al., 2020; Fischer et al., 2018; Junges et al., 2016).

Some authors have proposed a functional approach to grasses, the predominant family in Southern Grasslands, to facilitate the understanding of vegetational dynamics, simplifying the description of vegetation only by the relative abundance of plant functional types (PFT) (Cruz et al., 2019, 2010). It allows for more specific responses regarding the ecological strategies of plants that invest in resources such as water, light, and minerals (Fischer et al., 2018). Some studies have reported that species with a resource capture strategy are predominant in high grazing intensity areas, unlike conservative resource species, which predominate in areas of low-grazing intensity (Boavista et al., 2014; Fischer et al., 2018). According to Cruz et al. (2010), different adaptations are attributed to Poaceae species to tolerate defoliation, related to the location of meristems and nutrient reserves (Díaz et al., 2007; Fischer et al., 2018).

The direct effects of the pastoral condition on plant community are of great importance for the productive, economic, and sustainable use of natural grasslands, as they influence not only on botanical composition but also on animal production, biodiversity conservation, greenhouse gas balance, and soil and water quality characteristics (Fischer et al., 2018; Milchunas et al., 1988; Nabinger et al., 2011). Moreover, considering that livestock production in the Southern Grassland region is significantly based on natural grasslands (Cruz et al., 2019), the economic and socio-environmental importance becomes even more evident. Despite this importance, the low livestock production indices

(60 to 70 kg ha⁻¹ year⁻¹) (Carvalho et al., 2006), caused by inadequate grazing management, erroneously label natural grasslands as not very productive. This low production can trigger social, rural, and environmental problems (Mezzalana et al., 2012), mainly by replacing this natural ecosystem with monocultures. The knowledge of pastures regarding herbage mass, botanical composition, and functional groups of plants is essential in practice to assist the reconciliation between production and conservation. Their differences can characterize the environment and allow the establishment of management strategies to improve the pastoral structure of the vegetation, increasing the productivity and sustainability of the system (Cruz et al., 2019).

The high correlation between herbage mass and grazing intensity allows identifying responses of the pastoral condition on the plant community. Some studies have shown that grazing has a high capacity to affect the vegetational dynamics of the double stratum, with spatial and temporal changes in the structure of communities (Brum et al., 2007; Quadros and Pillar, 2001). These relationships and their effects, especially in the effectively grazed stratum in the Southern Grasslands, are still poorly studied, mainly considering the monitoring of several research sites. According to Andrade et al. (2019), most studies are geographically limited despite advances in floristic knowledge of the Pampa and Atlantic Forest biomes. A comprehensive analysis of the trends of the plant community in the two phytogeographic domains (Pampa and High-Altitude grasslands) and the effective contribution of the species to their pastures is still necessary (Andrade et al., 2019). Also, little is known on the patterns of plant functional types, especially grasses, between the different levels of herbage mass in natural grasslands in the South of Brazil.

A better understanding of the changes in the botanical composition of natural grasslands according to the pastoral condition is essential to understand the production and conservation potentials of these ecosystems. The edaphoclimatic conditions, associated with the history of management of the use of fires and the used stocking rate, possibly generate vegetational patterns that are still little understood between the two biomes. Additionally, experiments with an important sample amplitude, involving different natural grasslands and assessment sites are rare. The hypothesis

is that grazing intensities that determine different levels of herbage mass alter the floristic composition and modify the contribution of the functional types of Poaceae. This study aimed to evaluate the trends in botanical composition and the relative contribution of species, as well as identify changes in the patterns of the functional groups of grasses at different herbage mass levels in the Southern Grasslands.

Methods

Study areas

The observations of this research were carried out in nine sites located in the Southern Grasslands in the state of Rio Grande do Sul, Brazil, from January 2019 to January 2020. The research sites comprised private properties and public institutions of ecological reserve and research.

In the Pampa biome, six research sites were established in the municipalities of Aceguá, Alegrete, Eldorado do Sul, Encruzilhada do Sul, Lavras do Sul and Tavares. According to the Köppen classification, the climate of these regions in the Pampa biome is classified as humid subtropical climate (Cfa). The mean annual temperature is 17.2 °C and the annual precipitation ranges from 1414 to 1665 mm (Moreno, 1961). In 2019, the accumulated precipitation and temperatures recorded at the weather stations of the Brazilian National Institute of Meteorology (INMET) closest to each research site are shown in Table A.1.

In the High-Altitude grasslands, three research sites were established in the municipalities of Jaquirana, São Francisco de Paula and Vacaria. The climate of these regions of the Atlantic Forest biome is classified as a humid temperate climate (Cfb) according to the Köppen classification. The annual precipitation ranges from 1500 to 2100 mm, with a mean annual temperature of 12.5 °C (Moreno, 1961). The climate data from the Highland grasslands research sites are shown in Table A.1. The locations of all research sites are shown in Table A.2. In January 2019, a soil chemical analysis was

carried out at a depth of 0 – 20 cm of all research sites in both biomes and the values are shown in Table A.3.

Sampling design

The experimental was set out in a randomized blocks design, with three pastoral conditions (herbage mass levels) and six blocks in the Pampa biome and three blocks in the High-Altitude grasslands. Each block consisted of the research sites. Three herbage mass (HM) levels were identified at each research site to represent the different pastoral conditions of the Southern Grasslands: low HM, medium HM and high HM. The study sites and illustration of pastoral conditions are shown in Fig. 1. Cluster analysis was performed to define the treatments, using sum of squares (Ward) as a grouping criterion. Tavares and São Francisco de Paula did not have low HM, as well as Encruzilhada do Sul did not have high HM. In the Pampa biome, low HM ≤ 1550 kg dry matter (DM) ha^{-1} and/or 6,6 cm; medium HM = 1551 – 3137 kg DM ha^{-1} and/or 6,7 – 14,7 cm; and high HM ≥ 3138 kg de DM ha^{-1} and/or $\geq 14,8$ cm. In the High-Altitude grasslands, low HM ≤ 3060 kg dry matter (DM) ha^{-1} and/or 9,6 cm; medium HM = 3061 – 6245 kg DM ha^{-1} and/or 9,7 – 15,3 cm; and high HM ≥ 6246 kg de DM ha^{-1} and/or $\geq 15,3$ cm.

The monthly monitoring of vegetation and the management of all areas were carried out from January 2019 until the time of the evaluation of the botanical composition in the spring of 2019. The monitoring was carried out through three grazing exclusion cages for each pastoral condition, reallocated monthly. A cage was allocated to each position of the terrain (top, slope, and alluvial plain) when the relief was rugged. All sampling units at each research site were identified by preferential sampling. The selection of sampling units within each experimental unit occurred in such a way as to represent the different pastoral conditions (herbage mass levels) desired. The HM measurement was performed directly by cutting the total HM above the litter contained in three frames of 0.25 m^2 for each pastoral condition. After cutting, the forage samples were placed in a forced-air circulation oven

at 60 °C for at least 72 h. After drying, the samples were weighed, and the values were calculated for kg DM ha⁻¹.

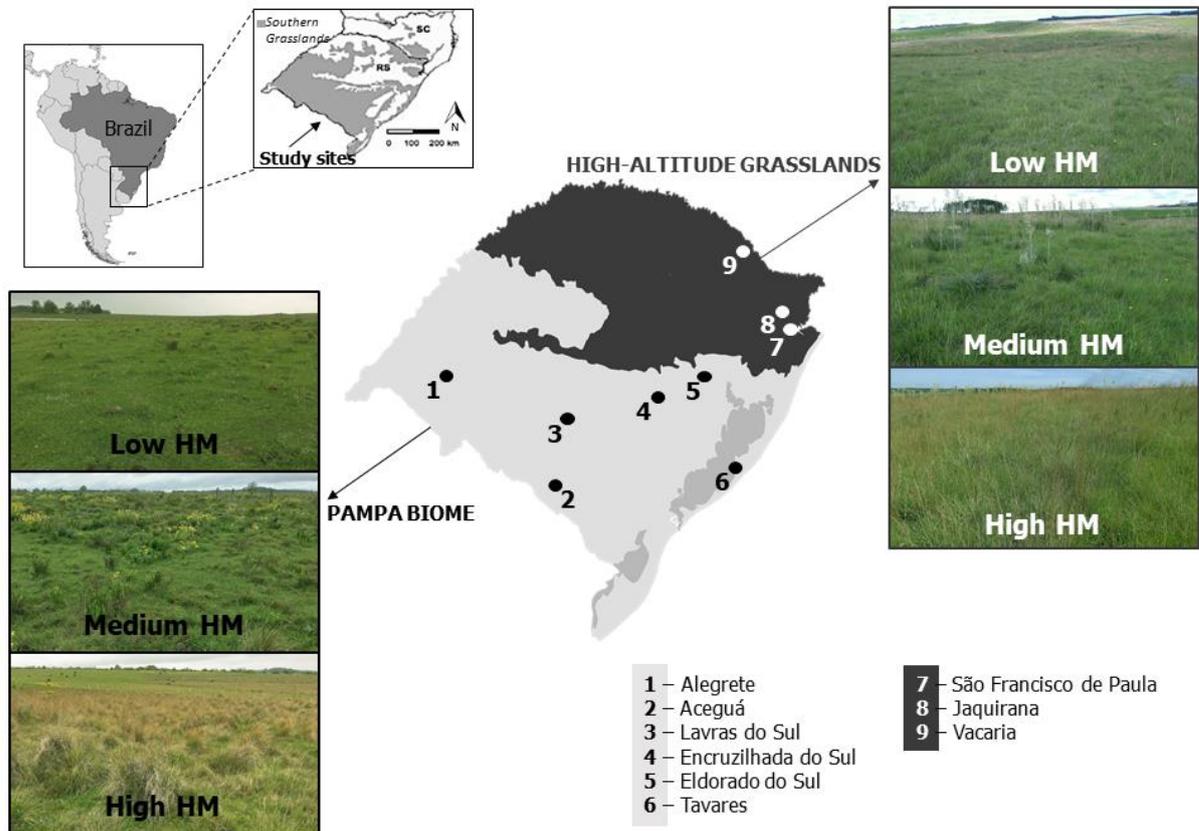


Figure 1. Location of research sites and typical photos of pastoral conditions (low HM, medium HM and high HM) in the Pampa biome and High-Altitude grasslands. HM, herbage mass.

Evaluation of species composition

The vegetation survey at each research site was carried out in October 2019 (spring), a time when it is possible to evaluate the higher diversity of plant species in both winter and summer. The evaluation of the botanical composition was carried out using three frames of 0.25 m² (0.5 m x 0.5 m) for each pastoral condition, totaling nine frames at each research site (Girardi-Deiro and Gonçalves, 1989). The floristic composition was described by listing the species and respective amounts of

herbage mass according to the BOTANAL method (Tothill et al., 1992). The data were recorded in a field notebook and later transferred to the automated electronic spreadsheet (Martins and Quadros, 2004), with adaptations by Martins et al. (2007). In addition, all Poaceae species identified through the BOTANAL method were grouped according to the PFT proposed by Cruz et al. (2019), in which the species of both metabolic groups (C3 and C4) are separated into four functional groups (A – D), based on their functional leaf DM content (LDMC) marker. Groups A, B, C, and D have a mean LDMC (mg g^{-1}) of 220, 277, 344, and 417, respectively. Groups A and B are formed by species with an ecological strategy to capture resources, for example, *Axonopus affinis* (group A) and *Paspalum notatum* (group B), while groups C and D follow the resource conservation strategy, for example, *Andropogon lateralis* (group C) and *Aristida laevis* (group D) (Cruz et al., 2019, 2010). The species *A. lateralis* and *Paspalum plicatulum* belong to functional group B when below 2500 kg DM ha⁻¹ and belong to group C when above this value as function of their plasticity adaptation to high grazing intensity.

Statistical analyses

The data of herbage mass of the species evaluated by the BOTANAL method were transformed and standardized by the total within the sampling units and subjected to the randomization test and the ordination by principal coordinates (PCoA), with chord distance as a similarity measure, using the software MULTIV version 2.4 (Pillar, 2006). The herbage mass gradient was correlated with the ordination axes of each sampling unit and plotted on the PCoA. The design was randomized blocks, where sites were considered as blocks. The data were analyzed separately within each biome, with six replicates of grasslands in the Pampa and three replicates of High-Altitude grasslands. The most expressive species of the botanical survey were selected for adjusting regression models. Species with correlations higher than 50% with the x- and/or y-axes in the PCoA analysis and those that contributed $\geq 5\%$ in the total DM in at least one of the pastoral conditions were considered with a higher expression. Regression model selection was carried out separately for each species considering

different types of equation (linear, exponential, and quadratic). We used the coefficient of determination (pseudo R^2) to select the best-fitted models. The pseudo R^2 and the p-value were generated through the *rcompanion*, *lmtest*, *psych*, and *boot* packages from the R software.

Results

Species composition patterns

In the Pampa grasslands, the analysis of variance through randomization tests, comparing groups of sample units, indicated a significant interaction between herbage mass and species contribution ($P = 0.0001$). The PCoA ordination indicated trends in the vegetational patterns of the studied Pampa grasslands as a function of the different HM (Fig. 2). In addition to the dead material (Mamo), only five species showed a correlation $> 50\%$ with the x-and/or y-axes in the ordination of the contribution of species in the botanical composition. The x-axis synthesized 31.25% and the y-axis synthesized 15.32%, explaining 46.57% of the total variation of the data. The low HM was concentrated in two quadrants characterized by the presence of *Paspalum notatum* (*Pano*), *Chaptalia runcinata* (*Chru*), and *Senecio selloi* (*Sese*) in most sites in the Pampa grasslands. The high HM was concentrated, for most sites, in the quadrant dominated by *Andropogon lateralis* (*Anla*) and Mamo. *Anla* and Mamo showed a clear trend towards a favorable contribution to the increase in herbage mass, unlike the *Pano*, *Chru*, and *Sese* species.

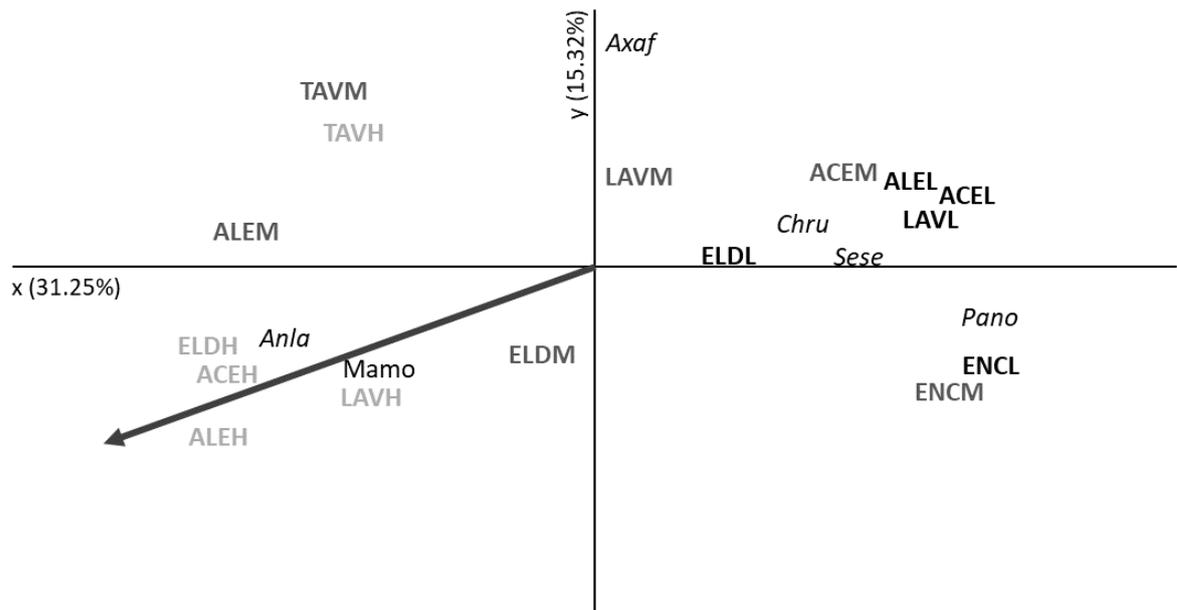


Figure 2. Ordination diagram of the research sites with their respective pastoral conditions (herbage masses) and the species of the Pampa grasslands that showed correlations > 50% with the x-and/or y-axes in the principal coordinates analysis (PCoA). The arrow represents the increase in herbage mass gradient. ACEL, Aceguá low; ACEM, Aceguá medium; ACEH, Aceguá high; ALEL, Alegrete low; ALEM, Alegrete medium; ALEH, Alegrete high; ELDL, Eldorado do Sul low; ELDM, Eldorado do Sul medium; ELDH, Eldorado do Sul high; ENCL, Encruzilhada do Sul low; ENCM, Encruzilhada do Sul medium; LAVL, Lavras do Sul low; LAVM, Lavras do Sul medium; LAVH, Lavras do Sul high; TAVM, Tavares medium; TAVH, Tavares high; Mamo, dead material; *Sese*, *Senecio selloi*; *Anla*, *Andropogon lateralis*; *Axaf*, *Axonopus affinis*; *Chru*, *Chaptalia runcinata*; *Pano*, *Paspalum notatum*.

In the High-Altitude grasslands, the analysis of variance through randomization tests indicated a significant interaction between forage mass and species contribution ($P=0.0033$). The ordination of the mean contribution by species in the botanical composition of the Highland grasslands showed nine species with a correlation > 50% with the x-and/or y-axes (Fig. 3). The x-axis synthesized 29.10% and the y-axis synthesized 21.63%, explaining 50.73% of the total variation of the data. Most of the research sites of the High-Altitude grasslands were concentrated in quadrants characterized by the

presence of *A. lateralis* (Anla). *A. affinis* (Axaf), *C. runcinate* (Chru), *Dichanthelium sabulorum* (Disa), *Eupatorium christeanum* (Euch), and *P. notatum* (Pano) presented an opposite contribution to the increase in the herbage mass gradient.

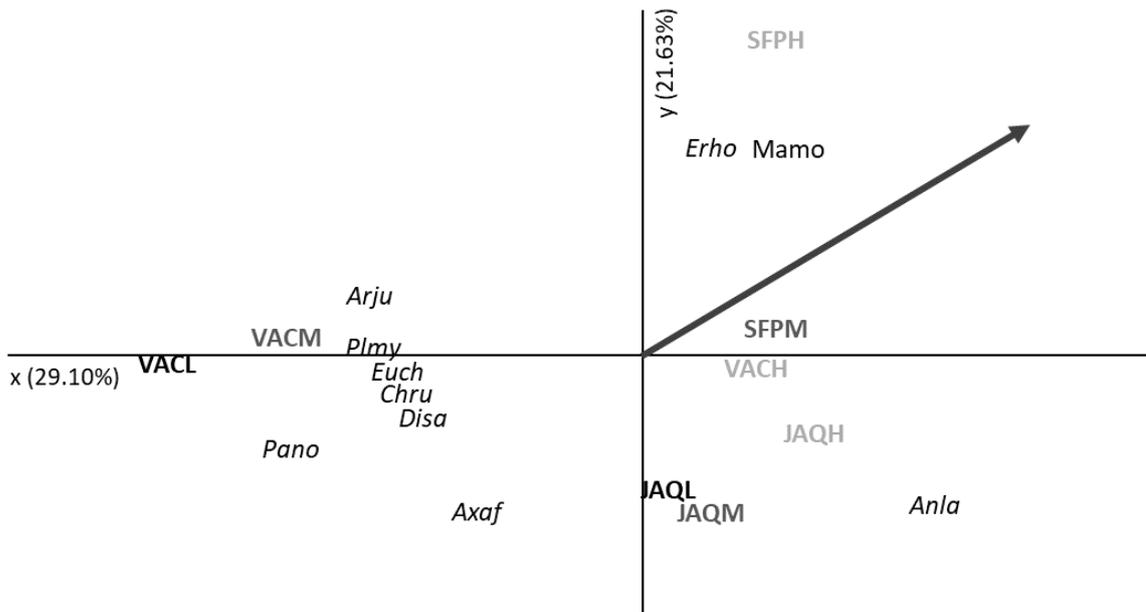


Figure 3. Ordination diagram of the research sites with their respective pastoral conditions (herbage masses) and the species of the High-Altitude grasslands that showed correlations > 50% with the x- and/or y-axes in the principal coordinate analysis. The arrow represents the increase in herbage mass gradient. JAQL, Jaquirana low; JAQM, Jaquirana medium; JAQH, Jaquirana high; SFPM, São Francisco de Paula medium; SFPH, São Francisco de Paula high; VACL, Vacaria low; VACM, Vacaria medium, VACH, Vacaria high; Mamo, Dead material; Chru, *Chaptalia runcinata*; Euch, *Eupatorium christeanum*; Anla, *Andropogon lateralis*; Arju, *Aristida jubata*; Axaf, *Axonopus affinis*; Disa, *Dichanthelium sabulorum*; Pano, *Paspalum notatum*; Plmy, *Plantago myosurus*; Erho, *Eryngium horridum*.

Composition and botanical diversity

The botanical survey identified a total of 91 species in the Pampa biome and 58 species in the

High-Altitude grasslands, distributed in 21 families (Table 1), especially Poaceae, Fabaceae, Asteraceae, and Cyperaceae. The family Poaceae was the most expressive, contributing with 30 species in the Pampa biome and 24 species in the Highland grasslands. The contribution of species from the families Fabaceae, Asteraceae, and Cyperaceae has virtually not changed with an increase of HM in the Pampa biome. However, the number of species in the family Poaceae was 19 and 26 in the low and high HM, respectively. Moreover, a decrease in the contribution of species from other families was observed with an increase in HM. The High-Altitude grasslands showed a slight increase in the contribution of species of the family Poaceae with an increase in HM.

Table 1

Number of species per botanical family according to the different herbage masses of the Southern Grasslands of Brazil. In parentheses is the total number of species found per family in the experiments in each biome.

Pampa biome						
	Poaceae	Fabaceae	Asteraceae	Cyperaceae	Others*	Total
Herbage mass	(30)	(9)	(16)	(7)	(29)	(91)
Low	19	7	12	6	26	70
Medium	20	6	11	6	22	65
High	26	8	13	7	19	73
High-Altitude grasslands						
	Poaceae	Fabaceae	Asteraceae	Cyperaceae	Others*	Total
Herbage mass	(24)	(5)	(10)	(5)	(14)	(58)
Low	16	3	8	3	10	40
Medium	18	4	6	2	11	41
High	21	3	4	4	8	40

*Other families: Amaranthaceae, Araliaceae, Convolvulaceae, Droseraceae, Hypoxidaceae, Iridaceae,

Labiatae, Liliaceae, Lythraceae, Melastomataceae, Moraceae, Oxalidaceae, Plantaginaceae, Polygalaceae, Rubiaceae, Umbelliferae, and Verbenaceae.

Among all Poaceae species, three contributed with higher proportions to the total DM in the Southern Grasslands: *A. lateralis*, *A. affinis*, and *P. notatum*. Five out of the 13 species with the highest expression in the Pampa grasslands showed a significant relationship ($P < 0.05$) between HM levels (Table 2). Based on pseudo R^2 , the best models selected for species from Pampa grasslands were quadratic for *A. affinis*, exponential for *A. lateralis*, *C. runcinata* and *S. selloi*, and linear for *P. notatum*. Considering the adjusted regression models, when the HM for Pampa grasslands was low, the estimate contribution of species was 0.5% (*A. lateralis*), 5.2% (*A. affinis*), 0.7% (*C. runcinata*), 44.9% (*P. notatum*) and 0.8% (*S. selloi*). When the HM was high, the estimate contribution of species was 20.3% (*A. lateralis*), 2.5% (*A. affinis*), 0.2% (*C. runcinata*), 19.2% (*P. notatum*) and 0.3% (*S. selloi*).

Table 2

Regression models of species contribution (% of total dry matter) with higher expression of the botanical survey according to herbage mass (total dry matter) in the Pampa grasslands of southern Brazil.

Species	Equation	pseudo R^2	P
<i>Andropogon lateralis</i>	$y = 17.1\log(x) - 120.4$	0.20	< 0.001
<i>Axonopus affinis</i>	$y = -1.43e-06(x^2) + 0.006x + 0.13$	0.19	< 0.01
<i>Carex phallaroides</i>	-	-	ns
<i>Chaptalia runcinata</i>	$y = -0.48\log(x) + 4.11$	0.63	< 0.001
<i>Desmodium incanum</i>	-	-	ns
<i>Mnesithea selloana</i>	-	-	ns
<i>Paspalum dilatatum</i>	-	-	ns
<i>Paspalum notatum</i>	$y = -0.01x + 56.68$	0.41	< 0.001

<i>Paspalum plicatulum</i>	-	-	ns
<i>Paspalum pumilum</i>	-	-	ns
<i>Rhynchospora setigera</i>	-	-	ns
<i>Senecio selloi</i>	$y = -0.39\log(x) + 3.52$	0.37	< 0.001
<i>Sporobolus indicus</i>	-	-	ns

pseudo R², pseudo coefficient of determination; ns, not significant.

Eight out of the 11 most expressive species in the High-Altitude grasslands showed a significant relationship ($P < 0.05$) between the different HM levels (Table 3). Based on pseudo R², the best models selected for species from Highland grasslands were quadratic for *A. lateralis* and *Eryngium horridum*, exponential for *C. runcinate*, *Dichanthelium sabulorum*, *Eupatorium christeanum*, *P. notatum* and *Plantago myosurus*, and linear for *A. affinis*. Considering the adjusted regression models, when the HM for High-Altitude grasslands was low, the estimate contribution of species was 35.7% (*A. lateralis*), 22.8% (*A. affinis*), 0.4% (*C. runcinate*), 0.5% (*D. sabulorum*), 0.0% (*E. horridum*), 0.4% (*E. christeanum*), 28.5% (*P. notatum*) and 0.4% (*P. myosurus*). When the HM was high, the estimate contribution of species was 61.7% (*A. lateralis*), 12.0% (*A. affinis*), 0.1% (*C. runcinate*), 0.2% (*D. sabulorum*), 0.1% (*E. horridum*), 0.1% (*E. christeanum*), 5.8% (*P. notatum*) and 0.1% (*P. myosurus*). *A. lateralis* presented the highest expression in the Highland grasslands.

Table 3

Regression models of species contribution (% of total dry matter) with higher expression of the botanical survey according to herbage mass (total dry matter) in the High-Altitude grasslands, southern Brazil.

Species	Equation	pseudo R ²	P
<i>Andropogon lateralis</i>	$y = -9.135e-07(x^2) + 0.015x + 0.17$	0.43	< 0.001
<i>Aristida jubata</i>	-	-	ns

<i>Axonopus affinis</i>	$y = -0.002x + 28.49$	0.25	< 0.05
<i>Baccharis crispa</i>	-	-	ns
<i>Chaptalia runcinata</i>	$y = -0.29\log(x) + 2.72$	0.44	< 0.001
<i>Dichantherium sabulorum</i>	$y = -0.27\log(x) + 2.65$		< 0.05
<i>Eryngium horridum</i>	$y = 1.03e-08(x^2) - 0.0001x + 0.19$	0.66	< 0.001
<i>Eupatorium christeanum</i>	$y = -0.28\log(x) + 2.65$	0.27	< 0.01
<i>Paspalum notatum</i>	$y = -21.45\log(x) + 199.25$	0.76	< 0.001
<i>Paspalum plicatulum</i>	-	-	ns
<i>Plantago myosurus</i>	$y = -0.33\log(x) + 3.04$	0.45	< 0.001

pseudo R², pseudo coefficient of determination; ns, not significant.

Patterns of Poaceae functional groups

The Southern Grasslands (all sites) showed an alternate sharing in the contribution of species between the functional groups up to approximately 4800 kg DM ha⁻¹ (Fig. 4). A predominance of species of the functional group C was observed from this HM level. In the Pampa biome, groups A and B shared dominance up to approximately 3400 kg DM ha⁻¹. Group C started sharing dominance from this HM level and predominated around 5800 kg DM ha⁻¹. In the High-Altitude grasslands (Atlantic Forest biome), the predominance of group C was observed from approximately 2300 kg DM ha⁻¹. Group D had the lowest contribution in both biomes, with no influence from different HM levels.

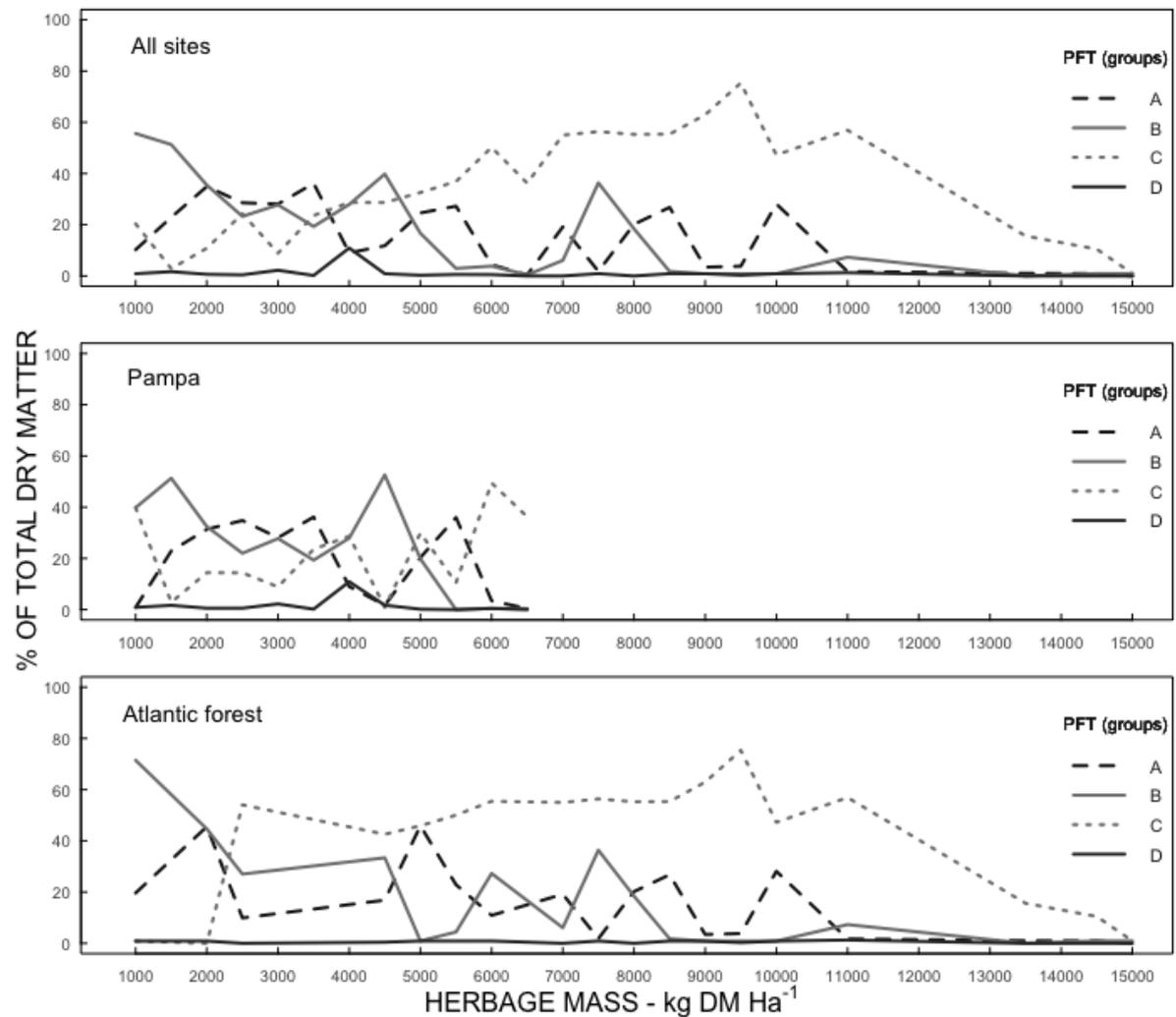


Figure 4. Contribution (% of total dry matter) of the plant functional types (PFT) of the family Poaceae among different levels of herbage masses (kg DM ha⁻¹) of the Pampa biome, Atlantic Forest biome (High-Altitude grasslands), and all research sites of the Southern Grasslands of Brazil. Groups A, B, C, and D correspond to the different PFT, according to the grouping proposed by Cruz et al. (2019), who considers the leaf dry matter content (LDMC) of plants. Mean LDMC (mg g⁻¹) of group A = 220, B = 277, C = 344, and D = 417.

Discussion

Our results allowed a better understanding of the patterns of species composition and functional types resulting from the different pastoral conditions of southern Brazilian natural

grasslands, based on a quantitative evaluation of the species composition in nine research sites across the Pampa and High-Altitude grasslands. We analyzed the patterns of functional groups of the family Poaceae of one of the richest natural grassland ecosystems in South America. As shown in Fig. 5, it is known that in the studied grasslands the relation between herbage mass (HM) and the composition of functional types of grasses is a direct reflection of actions related to pastoral management (grazing intensities and/or herbage allowances), soil physical and chemical attributes, relief, and endemic climate characteristics of each region (Neves et al., 2009; Pallarés et al., 2005). Thus, the responses of HM on the composition of species (and the corresponding functional types) in grasslands reflect the pastoral management.

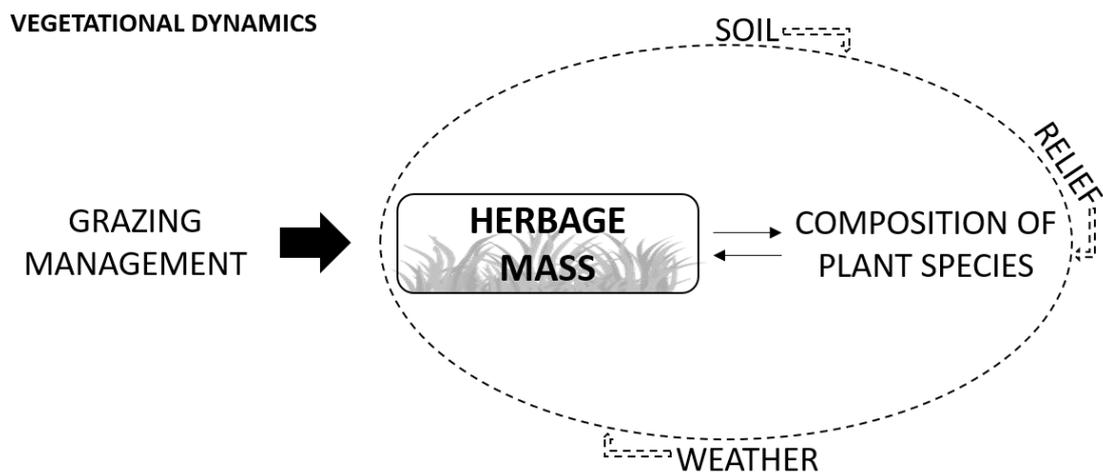


Figure 5. Synthesis of the main factors that determine the vegetational dynamics of natural grasslands.

This study was focused on understanding the vegetational patterns of the southern Brazilian grasslands through the evaluation of different levels of residual herbage mass determined by pastoral management. The different pastoral conditions represented by the HM levels of the Southern Grasslands influenced the vegetational patterns. The ordination space shows a higher distinction of trend in the vegetational patterns between low and high HM sampling units of the Pampa grasslands (Fig. 2). Although both biomes share several plant species, including the most abundant, there is a distinction in the physiognomy of the grasslands between Pampa biome and High-Altitude grasslands

(Andrade et al., 2019; Boldrini, 2009; Overbeck et al., 2015). Moreover, the impact of the HM affected by grazing pressure on the vegetational pattern occurs differently between the two grasslands. The Pampa grasslands under low HM conditions have a predominance of the rhizomatous grass *P. notatum*, besides the relative contribution of the composite species *S. selloi*. The plant community is directed towards a higher contribution of cespituous grasses, such as *A. lateralis*, and a marked contribution of dead material as HM increases. This dynamic is directly related to grazing intensity, as demonstrated by Brum et al. (2007), Cruz et al. (2010), Quadros and Pillar (2001), in which the low grazing intensity favors cespituous growth species, characterized by the conservation of resources and formation of tussocks, as the species of the genus *Andropogon*. The results indicate a trend of modification in the botanical composition of the Pampa grasslands, with different patterns of the plant community influenced by HM.

Although there is an interaction between herbage mass and species composition, the PCoA of the Highland grasslands showed no clear separation between different HM levels of sampling units (Fig. 3), with most areas in the region being characterized by a higher contribution of *A. lateralis*. The structure and botanical composition existing in these grasslands have been shaped over the years by a set of factors related to climate, soil, low grazing intensity, and the historical anthropic management actions in the region, such as the use of fire (Andrade et al., 2019; Ferreira et al., 2020; Overbeck et al., 2015). The different pastoral conditions in this plant community already established with a predominance of cespituous species, characterized by the present study, were not able to show strong changes in the vegetational patterns.

The BOTANAL evaluation recorded a total of 91 species in the Pampa grasslands and 58 in the High-Altitude grasslands (Table 1). As described by Boldrini et al. (2015), Poaceae (grasses) was the most common botanical family identified in our study in the two biomes, and the coverage with grasses in the Highland grasslands was higher than that observed in the Pampa grasslands. Some studies carried out in the vegetation of the Southern Grasslands have also indicated the higher representativeness of species of the grass family, demonstrating the great importance of this family

for the HM composition of natural grasslands of this region (Cruz et al., 2010; Quadros et al., 2003). Moreover, several studies of botanical composition in natural grasslands (Ferreira et al., 2020; Nabinger et al., 2011) have pointed to a higher plant species richness under pastoral conditions with a moderate grazing intensity (considering the low and medium HM as extremes). However, the present study did not show a considerable change in the total diversity of plant species from low to high HM in the lower stratum of the Southern Grasslands. On the other hand, a clear change was observed in the proportion of the number of species of some families among the different HM. Both grasslands showed a higher diversity of grasses with increasing HM and yet a decrease in the number of species belonging to the group of other families, such as Amaranthaceae, Araliaceae, Convolvulaceae, Droseraceae, Hypoxidaceae, Iridaceae, Labiateae, Liliaceae, Lythraceae, Melastomataceae, Moraceae, Oxalidaceae, Plantaginaceae, Polygalaceae, Rubiaceae, Umbelliferae, and Verbenaceae. Similarly, Cruz et al. (2010) identified a loss in the diversity of grasses from natural grasslands under conditions of high grazing intensity (herbage allowance of 4 kg DM 100 kg⁻¹ live weight).

In addition to the composition by the number of species per botanical family, a total of 13 more expressive species identified were observed in the Pampa grasslands (Table 2). *A. lateralis*, *A. affinis*, and *P. notatum* represented, on average, more than 46% contribution to the total DM of the different HM. These three species make up the most dominant grasses, with wide distribution in the Southern Grasslands, and two of them are described as having a prostrate growth habit and only the former has an erect growth habit (tussocks) (Boldrini et al., 2015). The stoloniferous species *A. affinis* and the rhizomatous species *P. notatum* decreased their contribution in kg of total DM as HM increased. Nabinger et al. (2011) also reported similar results. Other less predominant and irrelevant forage species such as *C. runcinata* and *S. selloi* (Asteraceae) also showed a decrease in their contribution or almost became extinct at high HM levels. In contrast, *A. lateralis* was characterized as the only expressive species that significantly increased its contribution from low to high HM, as reported by Thurow et al. (2009), who observed that the tussocks of this species decreased the species density and diameter at a low herbage allowance (low HM). The decreased contribution of prostrate

grasses and the increased contribution of grasses with an erect growth habit when HM is increased can be explained by grazing intensity. Several studies (Andrade et al., 2019; Cruz et al., 2010; Fischer et al., 2018; Nabinger et al., 2011) have demonstrated that prostrate species dominate at high grazing pressure (low HM) in the Southern Grasslands, as they support defoliation and regenerate quickly after grazing disturbance, but cespituous grasses with investment in resistant and long-lived leaves surpass those of small size when grazing pressure is low (high HM). These characteristics are typical of ecosystems that co-evolved with grazing animals and form the so-called grazing lawns (large overgrown patches with the predominance of prostrate species) at other proportions (McNaughton, 1984).

The specie *A. lateralis* was the most expressive in the High-Altitude grasslands (Table 3), representing, on average, approximately 48% of the total DM contribution of natural grasslands. In addition to the characteristics already mentioned, the predominance of this species can be attributed to the location of its growth points (protected meristems) close to the soil, which allows the species maintenance (Boldrini et al., 2015; Overbeck et al., 2015). As a result, this species becomes highly adapted to grazing disorders and, especially, to burning, which is traditionally used in the region for cleaning fields at the end of the winter (Overbeck et al., 2015). According to Overbeck et al. (2015), the low stocking rates and/or absence of grazing, associated with the use of fire over the years, selected cespituous species tolerant to this disturbance, establishing vegetation of dominant, clumpy, and strongly competing grasses. Despite that, eight species (*A. affinis*, *C. runcinata*, *P. notatum*, *P. myosurus*, *E. christeanum*, *D. sabulorum*, *A. lateralis*, and *E. horridum*) interacted their contribution with an increase in HM in the Highland grasslands. *P. notatum* and *A. affinis* were the only grass among the species with a high forage value (Correa et al., 2006) that considerably decreased its contribution with the increase in herbage mass. In contrast, *A. lateralis* increased its contribution with an increase in HM. *C. runcinate*, *E. christeanum*, and *P. myosurus* (Plantaginaceae), species of little relevance in forage terms, practically became extinct at high HM levels. *E. horridum* (Apiaceae), a typical species of the region with a hard and prickly rosette and largely rejected by animals contributed exclusively to

the high HM, as it normally becomes abundant in areas with low grazing intensity (high HM) (Andrade et al., 2019; Fischer et al., 2018).

The contribution dynamics by plant functional types (PFT) of the family Poaceae at different HM levels in the Southern Grasslands is shown in Fig. 4. The joint evaluation of all sites in the Southern Grasslands of both biomes showed an alternation in the contribution of functional groups A, B, and C up to a certain HM level ($4800 \text{ kg DM ha}^{-1}$), indicating a sharing of resource use mediated by grazing with higher functional diversity up to this limit. The predominance of species of functional group C begins to occur above this HM level at the expense of species of other groups, decreasing the functional diversity of the Southern Grasslands. Similarly, Fischer et al. (2019) reported a decrease in vegetation cover of resource-conserving species with an increase in grazing intensity, together with an increase in resource-capture species. The Pampa biome showed a predominance of resource-capture species (groups A and B) up to $3400 \text{ kg DM ha}^{-1}$, whereas those in group C (resource conserving species) predominate from $5800 \text{ kg DM ha}^{-1}$. We could say that between 1500 to $3500 \text{ kg DM ha}^{-1}$ of HM, there is a balance between the three functional groups of grasses (A to C). Cruz et al. (2019) stated that species in groups A and B should respond more strongly to any growth factors or variation in the amount of sunlight due to defoliation than species in groups C and D, regardless of the metabolic pathway. The High-Altitude grasslands (Atlantic Forest biome) showed that the predominance of resource-conserving species in group C occurs in higher HM levels, i.e., from $2300 \text{ kg DM ha}^{-1}$. This predominance reflects the use of fire and the low grazing intensities, which favor resource-conserving species, as already mentioned in this paper. In addition, these species reach a high size, providing better competition for light, and may suppress less competitive species of smaller size (Fischer et al., 2018), such as those in groups A and B. Functional group D was little expressive in both biomes.

Implications

The vegetation patterns of the grasslands of southern Brazil are modified by the grazing

intensity (as indicated by herbage mass levels). The High-Altitude grasslands are more resilient in terms of changes in their botanical composition according to the grazing intensity, due to a predominance of the species *Andropogon lateralis*, but it is possible to relate the level of herbage mass with the species composition.

The increase in herbage mass does not alter the total plant diversity, but it changes the diversity among botanical families, especially with the increase in species of the family Poaceae. The species *Axonopus affinis* and *Paspalum notatum* are more abundant in the grasslands of southern Brazil at lower levels of herbage mass, in contrast to *A. lateralis*, which is more abundant at high herbage masses.

Lower herbage mass levels indicate a higher diversity and alternation in the contribution of functional groups of plants from the Southern Grasslands, with a predominance of grasses with an ecological strategy of resource capture, while at higher herbage mass levels, resource conservation species predominate.

Declaration of Competing Interest

None.

Acknowledgments

We thank all the producers who allowed this work to be carried out on their properties, and to all the local environmental authorities who allowed this research in protected areas. We also thank Prof. Dr. Valério De Patta Pillar and support of everyone who helped collect data in the field, especially the team from the following UFRGS research groups: Laboratory of Quantitative Ecology (ECOQUA), Center for Teaching and Research in Sheep Farming (CEPOV), and Research Group on Pasture Ecology (GPEP).

Funding

This study was financed by the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq), the Research Support Foundation of Rio Grande do Sul (FAPERGS), and the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES).

Appendix A. Supporting Tables

Table A.1

Climate data of temperature (minimum, maximum, and mean) and accumulated precipitation of the research sites in 2019. Record of the weather stations of the Brazilian National Institute of Meteorology (INMET) closest to each research site.

Pampa biome				
Site	Minimum (°C)	Maximum (°C)	Mean (°C)	Precipitation (mm)
Aceguá	1.0	38.3	19.7	1358
Alegrete	-3.2	39.3	18.1	1238
Eldorado do Sul	2.2	40.3	21.3	1511
Encruzilhada do Sul	-0.2	37.7	18.8	1527
Lavras do Sul	0.1	37.5	18.8	1749
Tavares	2.9	38.0	20.5	992
<i>Average</i>	0.5	38.5	19.5	1396
Atlantic Forest biome				
Site	Minimum (°C)	Maximum (°C)	Mean (°C)	Precipitation (mm)
Jaquirana	-2.0	32.7	15.4	1954
São Francisco de Paula	-2.0	32.7	15.4	1954

Vacaria	-4.2	33.4	14.6	1641
<i>Average</i>	-2.7	32.9	15.1	1850

Table A.2

Location of the six research sites established in grasslands of the Pampa biome and three research sites established in Atlantic Forest biome.

Pampa biome		
Site	Geographic coordinate	Altitude
Aceguá	31°38'55.0" S and 54°09'26.0" W	167 m
Alegrete	30°04'09.0" S and 55°59'28.0" W	185 m
Eldorado do Sul	30°06'09.4" S and 51°40'56.0" W	46 m
Encruzilhada do Sul	30°23'28.1" S and 52°28'02.3" W	200 m
Lavras do Sul	30°41'55.0" S and 53°58'12.0" W	330 m
Tavares	31°23'38.0" S and 51°9'22.3" W	3 m
Atlantic Forest biome		
Site	Geographic coordinate	Altitude
Jaquirana	29°05'43.0" S and 50°22'02.0" W	815 m
São Francisco de Paula	29°23'35.0" S and 50°14'26.0" W	900 m
Vacaria	28°11'08.19" S and 51°01'56.40" W	970 m

Table A.3

Soil chemical attributes of the research sites located in the Pampa biome and Atlantic Forest biome from samples collected at the beginning of the experiment (January 2019) at a depth of 0–20 cm.

Pampa biome								
Site	Soil pH	P	K	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Base*	Al**
<hr/>								

	in water	(mg kg ⁻¹)		(cmolc kg ⁻¹)			saturation (%)	
Aceguá	5.6	2.2	119.3	1.1	6.0	2.7	58.4	11.3
Alegrete	5.4	2.4	142.3	0.3	11.1	4.4	68.0	2.1
Eldorado do Sul	4.5	2.3	53.3	1.9	1.2	1.7	32.3	38.9
Encruzilhada do Sul	4.8	1.9	33.0	1.2	0.9	0.2	25.7	49.3
Lavras do Sul	4.9	5.3	134.7	0.8	4.2	1.7	52.5	10.8
Tavares	4.8	3.9	28.7	0.8	0.2	1.3	31.7	33.3
<i>Average</i>	5.0	3.0	85.2	1.0	3.9	2.0	44.8	24.3

Atlantic Forest biome

Sites	Soil pH	P	K	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Base*	Al**
	in water	(mg kg ⁻¹)		(cmolc kg ⁻¹)			saturation (%)	
Jaquirana	4.8	3.6	106.7	5.9	1.2	0.1	12.6	78.8
São Francisco de Paula	4.8	2.4	78.7	5.2	0.8	0.1	4.6	70.9
Vacaria	5.0	2.6	70.3	3.7	1.3	0.6	23.5	62.0
<i>Average</i>	4.9	2.9	85.2	4.9	1.1	0.3	13.6	70.6

*Base saturation = (Ca + Mg + K)/(Al + Ca + Mg + K) x 100. **Al saturation = Al/(Al + Ca + Mg + K) x 100.

References

- Andrade, B.O., Bonilha, C.L., Overbeck, G.E., Vélez-Martin, E., Rolim, R.G., Bordignon, S.A.L., Schneider, A.A., Vogel Ely, C., Lucas, D.B., Garcia, É.N., Santos, E.D., Torchelsen, F.P., Vieira, M.S., Silva Filho, P.J.S., Ferreira, P.M.A., Trevisan, R., Hollas, R., Campestrini, S., Pillar, V.D., Boldrini, I.I., 2019. Classification of South Brazilian grasslands: Implications for conservation. *Appl. Veg. Sci.* 22, 168–184. <https://doi.org/10.1111/avsc.12413>
- Boavista, L.R., Quadros, F.L.F., Trindade, J.P.P., Borba, M.F.S., 2014. Dinâmica da vegetação campestre sob diferentes tratamentos de adubação e manejo do pastoreio na região do alto Camaquã, RS.

- Ciência e Nat. 36, 613–620. <https://doi.org/10.5902/2179460X13116>
- Boldrini, I.I., 2009. A flora dos campos do Rio Grande do Sul, in: Pillar, V.D.P., Müller, S.C., Castilhos, Z.M.S., Jacques, A.V.Á. (Eds.), Campos Sulinos. MMA, Brasília, p. 403.
- Boldrini, I.I., Overbeck, G.E., Trevisan, R., 2015. Biodiversidade de Plantas, in: Pillar, V.D.P., Lange, O. (Eds.), Os Campos Do Sul. Rede Campos Sulinos - UFRGS, Porto Alegre, p. 192.
- Bremm, C., Laca, E.A., Fonseca, L., Mezzalira, J.C., Elejalde, D.A.G., Gonda, H.L., Carvalho, P.C.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>
- Brum, M.S., Quadros, F.L.F., Martins, J.D., Bandinelli, D.G., Rossi, G.E., Daniel, E., Maixner, A.R., Silva, A.C.F., Trevisan, N.B., Aurélio, N.D., 2007. Dinâmica vegetacional em pastagem natural submetida a diferentes sistemas de manejo. *Ciência Rural* 37, 855–861. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000300039>
- Burkart, A., 1975. Evolution of Grasses and Grasslands in South America. *Taxon* 24, 53–66.
- Carvalho, P.C.F., Fisher, V., Santos, D.T., Ribeiro, A.M.L., Quadros, F.L.F., Castilhos, Z.M.S., Poli, C.H.E.C., Monteiro, A.L.G., Nabinger, C., Genro, T.C.M., Jacques, A.V.A., 2006. Produção animal no Bioma Campos Sulinos. *Brazilian J. Anim. Sci.* 35, 156–202.
- Correa, D. do A., Scheffer-Basso, S., Fontaneli, R.S., 2006. Efeito da fertilização nitrogenada na produção e composição química de uma pastagem natural. *Agrociencia* 10, 17–24.
- Cruz, P., Lezana, L., Durante, M., Jaurena, M., Figari, M., Bittencourt, L., Theau, J.-P., Massa, E., Viegas, J., Quadros, F.L.F., 2019. Una clasificación funcional de 63 Poáceas comunes de los pastizales naturales de Sudamérica. *Ecol. Austral* 29, 239–248. <https://doi.org/10.25260/EA.19.29.2.0.727>
- Cruz, P., 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>
- Díaz, S., Lavorel, S., McIntyre, S., Falczuk, V., Casanoves, F., Milchunas, D. g., Skarpe, C., Rusch, G., Sternberg, M., Noy-meir, I., Landsberg, J., Zhang, W., Clark, H., Campbell, B.D., 2007. Plant trait

- responses to grazing? a global synthesis. *Glob. Chang. Biol.* 13, 313–341.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01288.x>
- Ferreira, P.M.A., Andrade, B.O., Podgaiski, L.R., Dias, A.C., Pillar, V.D., Overbeck, G.E., Milton, S.M., Boldrini, I.I., 2020. Long-term ecological research in southern Brazil grasslands: Effects of grazing exclusion and deferred grazing on plant and arthropod communities. *PLoS One* 15, 1–23.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227706>
- Fischer, F.M., Bonnet, O.J.F., Cezimbra, I.M., Pillar, V.D., 2018. Long-term effects of grazing intensity on strategies and spatial components of functional diversity in subtropical grassland. *Appl. Veg. Sci.* 22, 39–47. <https://doi.org/10.1111/avsc.12402>
- Girardi-Deiro, A.M., Gonçalves, J.O.N., 1989. Determinação do tamanho e número de amostras da vegetação do campo natural em Bagé, RS. EMBRAPA-CNPO, Bagé.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018. Produção Pecuária Municipal (PPM). Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, Rio de Janeiro.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2004. Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil [WWW Document]. URL https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm#sub_download (accessed 1.19.21).
- Junges, A.H., Bremm, C., Fontana, D.C., Oliveira, C.A.O., Schaparini, L.P., Carvalho, P.C.F., 2016. Temporal profiles of vegetation indices for characterizing grazing intensity on natural grasslands in Pampa biome. *Sci. Agric.* 73, 332–337. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0213>
- Martins, C.E.N., Quadros, F.L.F., 2004. BOTANAL: desenvolvimento de uma planilha eletrônica para avaliação de disponibilidade de matéria seca e composição florística de pastagens. *Reun. del Grup. técnico Reg. del cono sur en Mejor. y Util. los Recur. forrajeros del área Trop. y Subtrop. - Grup. Campos* 1, 229–231.
- Martins, C.E.N., Quadros, F.L.F., Garagorry, F.C., Rossi, G.E., Trindade, J.P.P., 2007. Implementação do componente espacial na planilha eletrônica BOTANAL. IV Congr. Nac. sobre manejo pastizales

- Nat. e I Congr. del mercosul sobre manejo pastizales Nat. 1, 1–1.
- McNaughton, S.J., 1984. Grazing lawns: animals in herds, plant form, and coevolution. *Am. Nat.* 124, 863–886. <https://doi.org/10.1086/284321>
- Mezzalira, J.C., Carvalho, P.C.F., Trindade, J.K., Bremm, C., Fonseca, L., Amaral, M.F., Reffatti, M.V., 2012. Produção animal e vegetal em pastagem nativa manejada sob diferentes ofertas de forragem por bovinos. *Ciência Rural* 42, 1264–1270. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000039>
- Milchunas, D.G., Sala, O.E., Lauenroth, W.K., 1988. A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *Am. Nat.* 132, 87–106. <https://doi.org/10.1126/science.26.678.918>
- Moreno, J.A., 1961. Clima do Rio Grande do Sul, Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul. Secretaria da Agricultura, Porto Alegre.
- Nabinger, C., Carvalho, P.C.F., Pinto, E.C., Mezzalira, J.C., Brambilla, D.M., Boggiano, P., 2011. Servicios ecosistémicos de las praderas naturales : ¿es posible mejorarlos con más productividad? *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 19, 27–34.
- Neves, F.P., Carvalho, P.C.F., Nabinger, C., Carassai, I.J., Santos, D.T., Veiga, G.V., 2009. Caracterização da estrutura da vegetação numa pastagem natural do Bioma Pampa submetida a diferentes estratégias de manejo da oferta de forragem. *Rev. Bras. Zootec.* 38, 1685–1694. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000900007>
- Overbeck, G.E., Boldrini, I.I., Carmo, M.R.B.C., Garcia, É.N., Moro, R.S., Pinto, C.E., Trevisan, R., Zannin, A., 2015. Fisionomia dos Campos, in: Pillar, V.D.P., Lange, O. (Eds.), *Os Campos Do Sul*. Rede Campos Sulinos - UFRGS, Porto Alegre, p. 192.
- Overbeck, G.E., Müller, S.C., Fidelis, A., Pfadenhauer, J., Pillar, V.D.P., Blanco, C.C., Boldrini, I.I., Both, R., Forneck, E.D., 2009. Os Campos Sulinos: um bioma negligenciado, in: Pillar, V.D.P., Müller, S.C., Castilhos, Z.M.S., Jacques, A.V.Á. (Eds.), *Campos Sulinos*. MMA, Brasília, p. 403.
- Pallarés, R.O., Berretta, E.J., Maraschin, G.E., 2005. The South American Campos Ecosystem, in: Suttie,

- J.M., Reynolds, S.G., Batello, C. (Eds.), Grasslands of the World. FAO, Rome, pp. 171–179.
- Pillar, V.D.P., 2006. MULTIV: Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling.
- Quadros, F.L.F., Bica, G.S., Damé, P.R.V., Dorow, R., Kersting, C., Pötter, L., 2003. Levantamento das pastagens naturais da região de Santa Maria-RS, Brasil. *Ciência Rural* 33, 921–927. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782003000500020>
- Quadros, F.L.F., Pillar, V.D.P., 2001. Dinâmica vegetacional em pastagem natural submetida a tratamentos de queima e pastejo. *Ciência Rural* 31, 863–868. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000500020>
- Reis, C.R.M., Pillar, V.D.P., 2018. Valores, Estratégias de Pesquisa e Aplicação do Conhecimento: Os Campos Sulinos em Questão. *Principia an Int. J. Epistemol.* 22, 461–483. <https://doi.org/10.5007/1808-1711.2018v22n3p461>
- Soriano, A., León, R.J.C., Sala, O.E., Lavado, R.S., Derigibus, V.A., Cahuapé, O., Scaglia, A., Velasquez, C.A., Lemcoff, J.H., 1992. Rio de la Plata Grasslands, in: Coupland, R.T. (Ed.), *Ecosystems of the World. Introduction and Western Hemisphere*. Elsevier, Amsterdam, pp. 367–407.
- Thurrow, J.M., Nabinger, C., Castilhos, Z.M. de S., Carvalho, P.C. de F., Medeiros, C.M.O., Machado, M.D., 2009. Estrutura da vegetação e comportamento ingestivo de novilhos em pastagem natural do Rio Grande do Sul. *Rev. Bras. Zootec.* 38, 818–826. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000500006>
- Tothill, J.C., Hargreaves, J.N.G., Jones, R.M., McDonald, C.K., 1992. Botanal – A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. 1. Field sampling. *Trop. Agron. Tech. Memo.* 78, 21.

CAPÍTULO III*

*Artigo apresentado de acordo com a normas da revista *Grass and Forage Science*.

Produção primária e valor nutritivo das pastagens naturais do sul do Brasil em distintas condições pastoris

Juliano H. da Motta¹, Cesar H. E. C. Poli¹

¹Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

Correspondência

Cesar H. E. C. Poli, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

E-mail: cesar.poli@ufrgs.br

INFORMAÇÕES DE FINANCIAMENTO

Este estudo foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq: 558282/2009-1, 403750/2012-1, 441570/2016-0, 435300/2018-0), Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS: 003122-2551/12-7, 16/2551-0000102-2) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES: 23038.000452/2017-16).

RESUMO

As condições pastoris representadas pela massa de forragem (MF) residual podem alterar a produtividade das pastagens naturais, afetando a sustentabilidade dos sistemas produtivos. Objetiva-se determinar a produção quantitativa e qualitativa destas pastagens ao longo das estações do ano em diferentes MF. Avaliou-se concomitantemente ao longo de um ano diversas áreas de pastagens naturais, abrangendo diferentes condições pastoris nos Campos Sulinos do Brasil. Para tanto, procedeu-se a caracterização de distintos níveis de MF (baixa, média e alta) em seis sítios formados por campos naturais do bioma Pampa e três por Campos de Altitude (bioma Mata Atlântica). Para produção primária, foram coletados dados de MF, altura do dossel e taxa de acúmulo (TA) diária. Para o valor nutritivo das pastagens, avaliou-se o teor de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e digestibilidade da matéria orgânica (DMO). Os dados foram submetidos a análise de variância e ajustes de regressão a 5% de significância. Desse modo, observou-se uma relação positiva e linear entre MF x altura e MF x TA nos Campos Sulinos. No bioma Pampa, níveis baixos de MF apresentaram menor TA diária (13,0 kg de MS ha⁻¹) do que níveis mais altos (26,5 kg). Primavera-verão apresentaram maior TA diária (37,4 kg de MS ha⁻¹) que outono-inverno (21,8 kg) (média do Pampa e Campos de Altitude). A baixa MF no Pampa

apresentou maior teor de PB (10,4%). O teor de FDN e FDA foi maior em alta MF, 71,9% e 39,5% respectivamente (média do Pampa e Campos de Altitude). A alta MF nos Campos de Altitude apresentou maior teor de LIG (10,1%). A qualidade bromatológica apresentou variações entre as estações do ano. Na primavera, ocorreu maior teor de PB (10,5%) e menor FDN (69,2%) no Pampa. Maior DMO foi observada no verão, 43,0% nos Campos de Altitude e 49,3% no Pampa. Nossos resultados permitiram concluir que a condição pastoril altera a produção primária dos Campos Sulinos, com maior TA em níveis mais altos de MF, e modifica o valor nutritivo das pastagens naturais, com melhor qualidade em baixa MF e durante a primavera-verão.

PALAVRAS-CHAVE

Campos Sulinos, bioma Pampa, Campos de Altitude, massa de forragem, taxa de acúmulo, composição bromatológica

1 INTRODUÇÃO

As pastagens naturais são a principal fonte de alimentação para muitos herbívoros ao redor do mundo e sustentam alta biodiversidade. Sua exploração para pecuária é antiga e representa uma atividade de importante valor econômico e socioambiental (Fontana et al., 2018). No sul do Brasil, as pastagens naturais ocupam uma área de aproximadamente 73400 km² e constituem a base forrageira para cerca de 13 milhões de bovinos e três milhões de ovinos (IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018). No entanto, os baixos índices produtivos atrelados a produção estacional de forragem e o manejo inadequado destas pastagens rotulam-nas como pouco produtivas, ocasionando sua constante substituição por outras culturas (Correa et al., 2006; Garagorry et al., 2008). Essa expansão da fronteira agrícola e o sobrepastoreio ameaçam os ecossistemas naturais e tornam-se uma preocupação global (Carvalho & Batello, 2009). Com isso, o entendimento da produção quantitativa e qualitativa das pastagens naturais pode ser o precursor para a estruturação e manutenção sustentável dos sistemas produtivos.

O ecossistema campestre do presente estudo denominado "Campos Sulinos" faz parte do "*Río de la Plata grasslands*" (Burkart, 1975; Soriano et al., 1992) e compreende dois importantes biomas brasileiros: os biomas Pampa e Mata Atlântica (IBGE, 2004). É um ecossistema complexo e composto por expressiva biodiversidade. Suas pastagens naturais são formadas pela coexistência de mais de 234 espécies de leguminosas e 423 de gramíneas, das quais, a maioria são perenes com metabolismo fotossintético C4 e poucas C3 (Boldrini et al., 2015). Esta diversidade botânica juntamente com fatores climáticos, características do solo,

topografia e ações de manejo geram diferentes condições pastoris intimamente relacionadas à massa de forragem (Neves et al., 2009; Pallarés et al., 2005). Essas relações entre solo, planta e animal alteram a estrutura da pastagem (Nabinger et al., 2011) e podem influenciar a produtividade primária e o valor nutritivo da forragem (Seither et al., 2012).

Estudos realizados nos Campos Sulinos demonstram que a aplicação de diferentes ofertas de forragem (OF) ($\text{kg de MS } 100 \text{ kg}^{-1} \text{ de peso vivo dia}^{-1}$) determinam distintas condições pastoris (Jochims et al., 2017; Junges et al., 2016; Mezzalira et al., 2012; Neves et al., 2009; Thurow et al., 2009). Maiores OF correspondem a alta massa de forragem e aumento na altura do pasto (Mezzalira et al., 2012). No entanto, são intensidades de pastejo moderadas que parecem promover maior produtividade primária e secundária (Nabinger et al., 2011). A produção primária pode ser representada pela taxa de acúmulo (TA) ($\text{kg de matéria seca (MS) ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$). Mezzalira et al. (2012) encontraram menores TA ($4,4 \text{ kg de MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) em OF de 4%. Níveis crescentes de até 12% de OF aumentam a TA, diminuindo a partir daí (Maraschin, 2012). Mas, por outro lado, sabe-se que a variabilidade climática também afeta o crescimento da vegetação ao longo das estações do ano (Fontana et al., 2018). Durante a primavera e verão há maior massa de forragem, que tende a diminuir no outono e inverno (Tiecher et al., 2013). Por essa razão, as estações do ano parecem ter também uma forte influência sobre a composição bromatológica do pasto (Elejalde et al., 2012). Knorr et al. (2005) reporta que o inverno é mais crítico para os animais por causa do baixo teor de proteína bruta (PB) e da alta concentração de fibra das pastagens. O teor de PB e fibra (FDN e FDA) juntamente com a digestibilidade da matéria orgânica e lignina são frequentemente utilizados como indicadores do valor nutritivo da forragem (Arzani et al., 2010). Estes indicadores se alteram conforme o estágio de crescimento das pastagens, indicando menor qualidade na maturidade (Temel et al., 2015). Importante ressaltar que tanto a qualidade, quanto a quantidade de forragem produzida pelas pastagens naturais são determinantes para o bom desempenho animal (Elejalde et al., 2012). Estudos que contemplem este tema são necessários para guiar estratégias de manejo que visem a rentabilidade da produção pecuária.

A maioria dos experimentos relacionados a produtividade de pastagens são geograficamente limitados. Com isso, estudos com grande amplitude amostral, envolvendo diferentes condições pastoris e locais de avaliação em pastagens naturais são raros. Neste contexto, nossa proposta foi avaliar concomitantemente ao longo do ano diversos sítios de pesquisa, abrangendo diferentes condições pastoris. Nossa hipótese foi de que a condição pastoril representada pela massa de forragem residual altera a produção primária e modifica o valor nutritivo do pasto ao longo das estações do ano. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi determinar a produção quantitativa e qualitativa das pastagens naturais ao longo

das estações em diferentes níveis de massa de forragem dos Campos Sulinos. A base de dados gerada pelo presente trabalho poderá servir de apoio para criação de ferramentas tecnológicas e políticas públicas que visem a produção sustentável dos ecossistemas pastoris.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição das áreas

As observações desta pesquisa foram realizadas em nove sítios situados nos Campos Sulinos do estado do Rio Grande do Sul, Brasil, de janeiro de 2019 a janeiro de 2020. Os sítios de pesquisa compreendem propriedades privadas e instituições públicas de reserva ecológica e pesquisa.

No bioma Pampa foram estabelecidos seis sítios de pesquisa localizados nos municípios de Aceguá, Alegrete, Eldorado do Sul, Encruzilhada do Sul, Lavras do Sul e Tavares. Segundo a classificação de Köppen, o clima destas regiões do bioma Pampa é classificado como subtropical úmido Cfa. A temperatura média anual é de 17,2°C, e a precipitação anual varia entre 1414 e 1665 mm (Moreno, 1961). No ano de 2019, a precipitação acumulada foi de 1396 mm em média. Os dados médios de temperatura mínima, máxima e média anual foram de 7,9°C, 31,6°C e 19,7°C, respectivamente.

Nos Campos de Altitude (bioma Mata Atlântica) foram estabelecidos três sítios de pesquisa localizados nos municípios de Jaquirana, São Francisco de Paula e Vacaria. O clima destas regiões do bioma Mata Atlântica é classificado como temperado úmido Cfb de acordo com a classificação de Köppen. A precipitação anual varia de 1500 a 2100 mm, com temperatura média de 22,0°C no verão e de 3,0°C no inverno (Moreno, 1961). Em 2019, a precipitação acumulada nos Campos de Altitude foi de 1850 mm e os dados médios de temperatura mínima, máxima e média anual foram de 5,9°C, 28,4°C e 17,1°C, respectivamente.

As coordenadas geográficas de cada sítio de pesquisa encontram-se no apêndice S1 e os dados climáticos ao longo do ano de 2019, com as normais (1981-2010) podem ser observados no apêndice S2. Em janeiro de 2019, realizou-se a análise química do solo na camada de 0 - 20 cm de todos os sítios de pesquisa e os valores encontrados estão apresentados no apêndice S3. No apêndice S4 pode ser verificado as espécies vegetais de maior contribuição para as áreas do bioma Pampa e dos Campos de Altitude. Esta composição botânica foi realizada em outubro de 2019 através do método BOTANAL (Tothill et al., 1992).

2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três condições pastoris e seis blocos no bioma Pampa, e três blocos nos Campos de Altitude, sendo blocos = sítios de pesquisa. Para representar as distintas condições pastoris dos Campos Sulinos, foi identificado mensalmente em cada sítio de pesquisa três níveis de massa de forragem (MF): baixa MF, média MF e alta MF. Os locais de estudo e a ilustração das condições pastoris podem ser verificados na figura 1. Para definição dos tratamentos foi realizado análise de Cluster, utilizando soma de quadrados (Ward) como critério de agrupamento. Tavares e São Francisco de Paula não possuíam baixa MF, assim como, Encruzilhada do Sul não tinha alta MF. No bioma Pampa, baixa MF ≤ 1550 kg de matéria seca (MS) ha^{-1} e/ou $\leq 6,6$ cm de altura do dossel; média MF = 1551 – 3137 kg de MS ha^{-1} e/ou 6,7 – 14,7 cm; e alta MF ≥ 3138 kg de MS ha^{-1} e/ou $\geq 14,8$ cm. Nos Campos de Altitude, baixa MF ≤ 3060 kg de matéria seca (MS) ha^{-1} e/ou $\leq 9,6$ cm de altura do dossel; média MF = 3061 – 6245 kg de MS ha^{-1} e/ou 9,7 – 15,3 cm; e alta MF ≥ 6246 kg de MS ha^{-1} e/ou $\geq 15,3$ cm. Todas as unidades amostrais em cada local de pesquisa foram identificadas por amostragem preferencial, de forma a representar as diferentes condições pastoris (níveis de MF) desejadas.

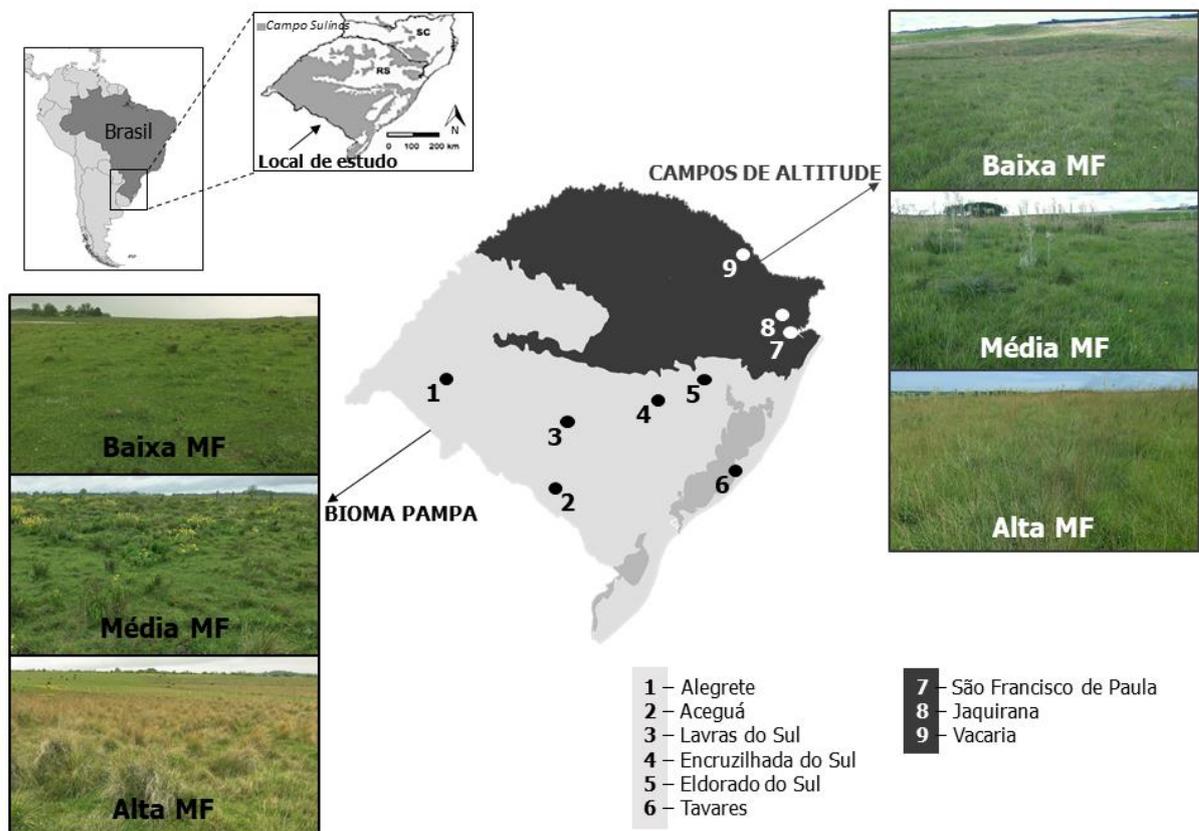


FIGURA 1 Localização dos sítios de pesquisa e fotos típicas das condições pastoris (baixa MF,

média MF e alta MF) do bioma Pampa e Campos de Altitude. Abreviação: MF, massa de forragem.

2.3 Avaliação da produção primária

A avaliação da taxa de acúmulo (TA) diária de forragem foi realizada a partir de janeiro de 2019 através de três gaiolas de exclusão ao pastejo no estrato inferior por condição pastoril, realocadas mensalmente até janeiro de 2020 pela metodologia de duplo emparelhamento (Klingman et al., 1943). Quando o relevo se apresentava acidentado, era alocado uma gaiola em cada forma do terreno (topo, encosta e planície aluvial). A medida da MF foi feita de forma direta, através do corte da MF total, acima do nível do solo, contida em três quadros de 0,25 m² por condição pastoril. Antes do corte tomou-se cinco pontos da altura do pasto dentro do quadro utilizando um bastão graduado em centímetros (*sward-stick*) (Barthram, 1985), utilizou-se esses pontos para calcular a altura média do dossel (cm). Após o corte, as amostras de forragem foram acondicionadas em estufa de circulação de ar forçada a 60°C por no mínimo 72 horas. Após a secagem as amostras foram pesadas e seus valores calculados para kg de MS ha⁻¹. Pela diferença de peso entre os cortes de um período para outro, obteve-se a TA conforme a seguinte equação: $TA \text{ (kg de MS dia}^{-1}\text{)} = ((\text{corte final} - \text{corte inicial}) / \text{n}^{\circ} \text{ de dias do período})$. Para formar as estações do ano considerou-se os seguintes dias e meses: 22 de setembro a 20 de dezembro (primavera), 20 de dezembro a 19 de março (verão), 20 de março a 19 de junho (outono), 20 de junho a 21 de setembro (inverno).

2.4 Avaliação do valor nutritivo

Próximo a cada gaiola de exclusão ao pastejo foram coletadas mensalmente amostras de pasto representativas de cada condição pastoril em todos sítios de pesquisa. A coleta foi realizada manualmente através do corte de 50% da altura superior do pasto, sem simulação de pastejo. Após o corte as amostras foram acondicionadas em sacos devidamente identificados e levadas a estufa de ventilação forçada a 60°C por no mínimo 72h. Posteriormente, as amostras foram moídas em partículas de 1 a 2 mm, acondicionadas em frascos identificados e levadas ao laboratório para realização das análises bromatológicas. As amostras foram agrupadas por estações do ano conforme dias e meses já citados anteriormente. A partir dessas amostras compostas foram determinados o teor proteína bruta conforme metodologia da AOAC (1997), digestibilidade *in situ* da matéria orgânica pela incubação em rúmen bovino por 48h (Peyraud, 1997), fibra em detergente neutro (Komarek, 1993; Senger et al., 2008), fibra em detergente ácido e lignina segundo AOAC (1997).

2.5 Análises estatísticas

As análises estatísticas dos dados de produção primária e composição bromatológica foram realizadas separadamente para o bioma Pampa (seis blocos) e Campos de Altitude (três blocos), com medidas repetidas no tempo (quatro estações do ano), e como tratamento a condição pastoril (três MF). Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), incluindo os efeitos de MF, estações do ano (E) e a interação MF x E. Para uma avaliação da curva geral de TA dos Campos Sulinos, optou-se por incluir o efeito da MF e dos meses do ano. Quando os efeitos foram significativos a 5% de probabilidade pelo teste F, as diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). As variáveis de MF, altura do dossel e TA também foram analisadas por regressão através do procedimento REG, testando modelos lineares e quadráticos a 5% de significância. Para a regressão MF x TA, as análises foram realizadas separadamente por estação do ano. A ANOVA dos dados e as análises de regressão foram realizadas com o uso do software SAS-Institute-Inc (2016).

3 RESULTADOS

3.1 Massa de forragem e altura do dossel

A relação entre altura do dossel e massa de forragem (MF) foi significativa ($P < ,0001$) (figura 2). Pelo coeficiente de determinação (R^2), o melhor modelo ajustado foi o linear onde com aumento da altura houve aumento positivo da MF (kg de MS ha^{-1}). Esta relação foi representada pela equação $y = 157,6x + 671,2$ ($R^2 = 0,57$) para os campos do bioma Pampa, onde cada cm de altura determinou um acréscimo de 157,6 kg de MS ha^{-1} . Nos Campos de Altitude esta relação foi representada pela equação $y = 265,7x + 1665,5$ ($R^2 = 0,49$), em que cada cm determinou um acréscimo de 265,7 kg de MS ha^{-1} .

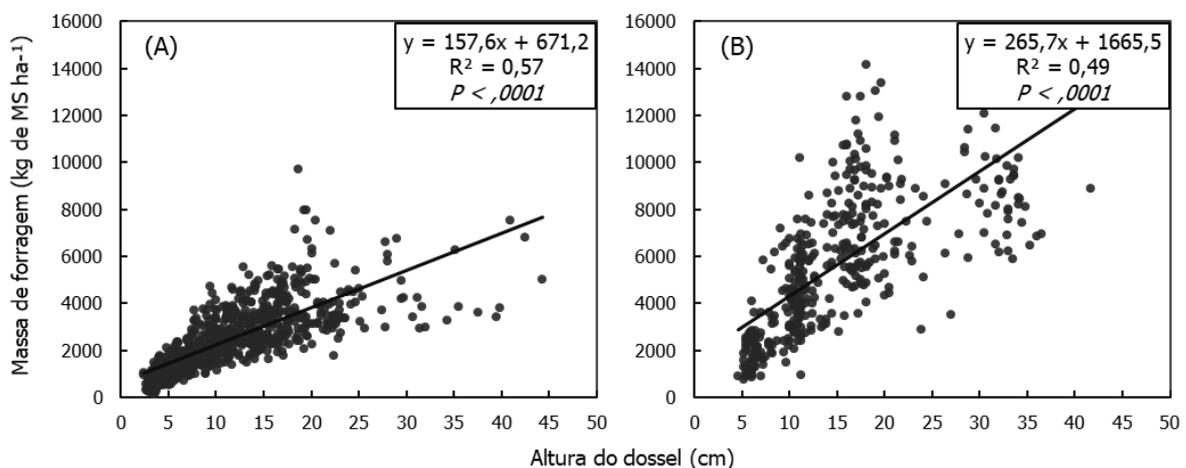


FIGURA 2 Relação entre altura do dossel e massa de forragem para os Campos do bioma

Pampa (A) e Campos de Altitude (B) da região sul do Brasil. R^2 = coeficiente de determinação. Abreviação: MS, matéria seca.

3.2 Taxa de acúmulo diária da pastagem

Não houve interação ($P > 0,05$) MF x estação do ano para taxa de acúmulo (TA) diária da pastagem nos Campos Sulinos (tabela 1). No bioma Pampa houve diferença significativa ($P < ,0001$) de TA entre todos níveis de MF, com valores de 13,0 kg, 22,2 kg e 26,5 kg de MS $ha^{-1} dia^{-1}$ para baixa, média e alta MF, respectivamente. Nos Campos de Altitude não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre as MF, que apresentaram média de 38,5 kg de MS $ha^{-1} dia^{-1}$. Em relação as estações do ano, houve diferença significativa ($P < ,0001$) para TA nos Campos Sulinos. Primavera e verão apresentaram as maiores TA, com média de 26,5 kg de MS $ha^{-1} dia^{-1}$ no Pampa e 48,3 kg de MS $ha^{-1} dia^{-1}$ nos Campos de Altitude. Outono e inverno apresentaram as menores TA, com médias de 14,6 kg de MS $ha^{-1} dia^{-1}$ no Pampa e 28,9 kg de MS $ha^{-1} dia^{-1}$ nos Campos de Altitude.

TABELA 1 Taxa de acúmulo (kg de matéria seca $ha^{-1} dia^{-1}$) das diferentes massas de forragem nas quatro estações do ano dos campos do bioma Pampa e Campos de Altitude, sul do Brasil. Amostras coletadas mensalmente entre janeiro de 2019 a janeiro de 2020.

MF	Campos do bioma Pampa					Campos de Altitude				
	PRI	VER	OUT	INV	Média	PRI	VER	OUT	INV	Média
Baixa	17,7	19,8	9,3	5,3	13,0 c	53,9	38,6	19,9	30,4	35,7
Média	27,3	29,0	15,5	16,9	22,2 b	51,2	41,1	32,3	21,6	36,5
Alta	34,4	30,8	20,9	19,9	26,5 a	57,5	47,1	33,5	35,5	43,4
Média	26,5 a	26,5 a	15,2 b	14,0 b		54,2 a	42,3 a	28,6 b	29,2 b	
<i>P-value</i>										
MF	< ,0001					0,2445				
E	< ,0001					< ,0001				
MF x E	0,8068					0,7925				
EPM	2,3					6,6				

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha ou coluna, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste Tukey. Abreviação: MF, massa de forragem; E, estação do ano; EPM, erro padrão da média; PRI, primavera; VER, verão; OUT, outono; INV, inverno.

Observou-se uma variação significativa ($P < ,0001$) da TA entre as MF ao longo dos meses do ano nos Campos Sulinos, onde: alta MF > média MF > baixa MF (figura 3). Em média, houve maior TA entre os meses de setembro (32,2 kg de MS $ha^{-1} dia^{-1}$) a fevereiro (29,8 kg de MS $ha^{-1} dia^{-1}$), com redução entre os meses de março (23,4 kg de MS $ha^{-1} dia^{-1}$) a

agosto (19,9 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹). A menor TA foi entre os meses de julho a agosto (10,0 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹) e a maior entre os meses de novembro a dezembro (37,3 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹).

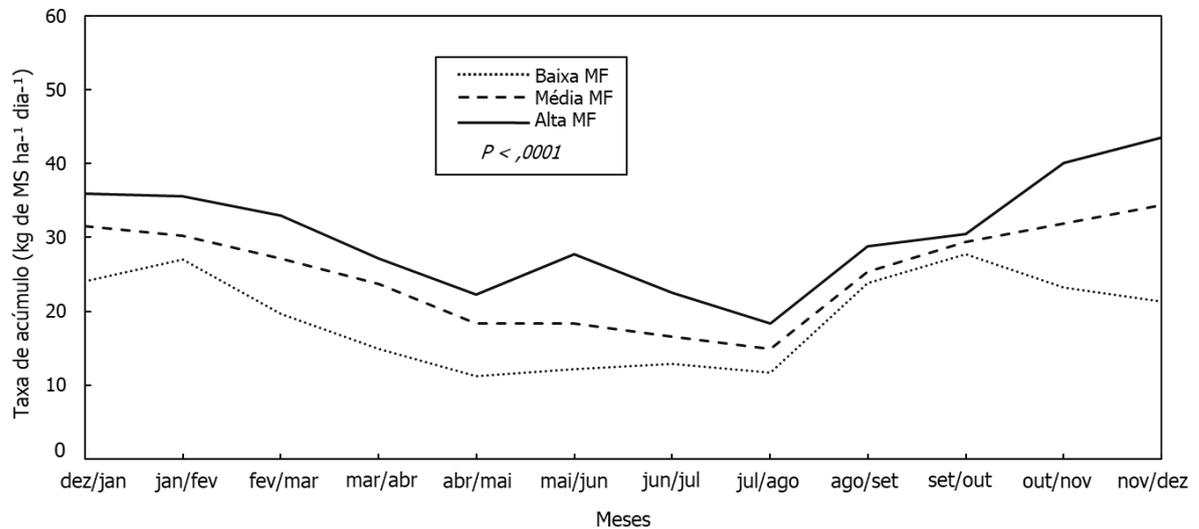


FIGURA 3 Taxa de acúmulo diária de matéria seca (MS) das pastagens naturais do sul do Brasil ao longo do ano de 2019 em diferentes massas de forragem (MF). As médias diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), onde: alta MF > média MF > baixa MF.

A relação entre MF e TA foi significativa ($P < 0,05$) (figura 4). Pelo coeficiente de determinação (R^2), os melhores modelos ajustados foram o linear onde a MF (kg de MS ha⁻¹) afetou de forma positiva a TA (kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹) em todas as estações do ano. Esta relação apresentou grande variação e foi representada pelas equações $y = 0,0052x + 18,824$ para primavera ($R^2 = 0,25$), $y = 0,0033x + 19,372$ ($R^2 = 0,18$) para verão, $y = 0,0039x + 11,108$ para outono ($R^2 = 0,14$) e $y = 0,0073x + 3,7381$ ($R^2 = 0,18$) para inverno.

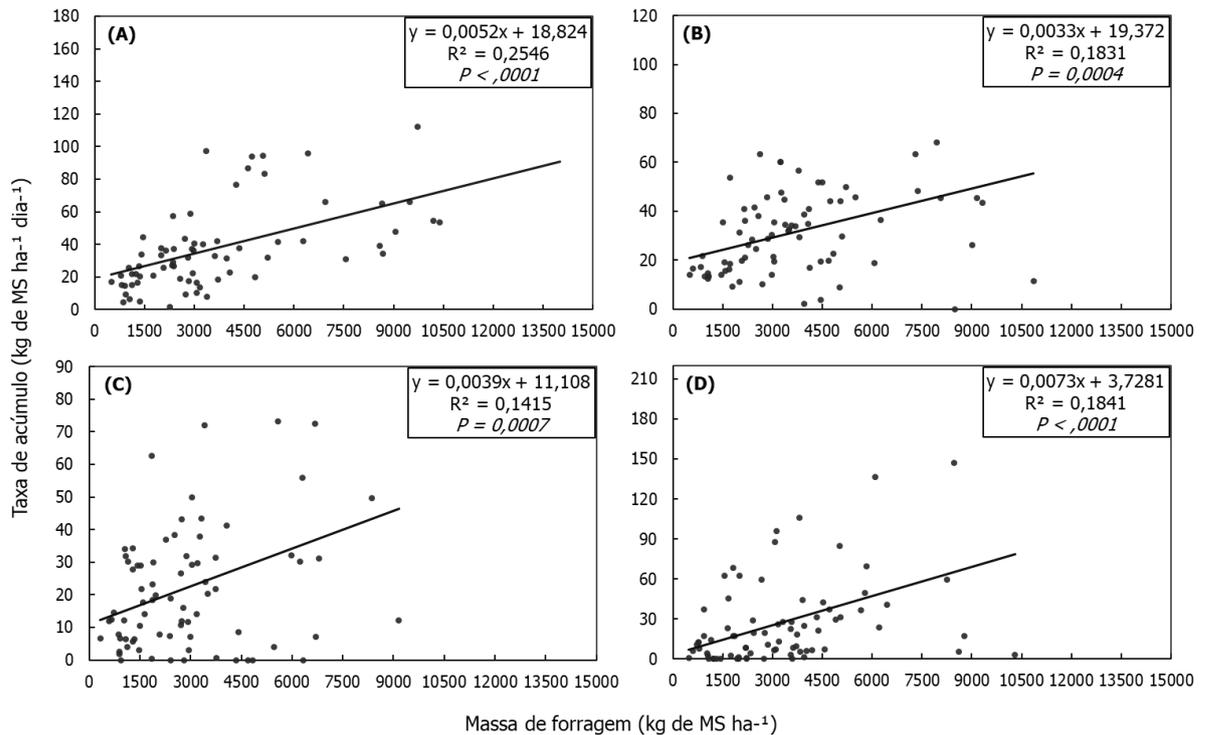


FIGURA 4 Relação entre massa de forragem e taxa de acúmulo para as pastagens naturais do sul do Brasil durante a primavera (A), verão (B), outono (C) e inverno (D), 2019. R^2 = coeficiente de determinação. Abreviação: MS, matéria seca.

3.3 Composição bromatológica do pasto

Não houve interação ($P > 0,05$) entre MF x estação do ano para as variáveis de composição bromatológica do pasto nos Campos Sulinos (tabela 2). No bioma Pampa houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as MF para o teor de proteína bruta (PB), com valores de 10,4%, 9,2% e 8,3% para baixa, média e alta MF, respectivamente. O teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) da baixa MF (68,6% e 35,4% respectivamente) foi significativamente inferior que da alta MF (72,0% e 40,5%). A FDN e FDA da média MF (71,3% e 38,6% respectivamente) foi superior ao da baixa MF, mas semelhante ao da alta MF. A digestibilidade da matéria orgânica (DMO) foi menor em alta MF (41,6%) quando comparada a baixa MF (50,0%). A média MF não apresentou diferença para DMO entre as demais MF, com valor de 46,2%. Não houve diferença significativa quanto ao teor de lignina (LIG) nos campos do bioma Pampa e sua média entre as MF foi de 8,8%.

Nos Campos de Altitude houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as MF para FDN, FDA e LIG, mas não houve para PB e DMO. O teor de FDN, FDA e LIG foi maior na alta MF (74,1%, 42,0% e 10,1% respectivamente) do que na baixa MF (71,9%, 39,8% e 9,1%). O teor de FDN da média MF (73,7%) foi semelhante ao da alta MF e superior ao da baixa MF. A

média MF não apresentou diferença para FDA e LIG entre as demais MF, com valores de 41,0% e 9,6% respectivamente. A média do teor de PB entre as MF nos Campos de Altitude foi de 7,3% e a DMO foi de 36,4%.

TABELA 2 Composição bromatológica (% na matéria seca) das pastagens naturais do sul do Brasil (bioma Pampa e Campos de Altitude) em diferentes massas de forragem e estações do ano.

MF	Campos do bioma Pampa					Campos de Altitude				
	PB	FDN	FDA	LIG	DMO	PB	FDN	FDA	LIG	DMO
Baixa	10,4 a	68,6 b	35,4 b	8,3	50,0 a	7,7	71,9 b	39,8 b	9,1 b	39,3
Média	9,2 b	71,3 a	38,6 a	9,0	46,2 ab	7,3	73,7 a	41,0 ab	9,6 ab	34,6
Alta	8,3 c	72,0 a	40,5 a	9,1	41,6 b	6,8	74,1 a	42,0 a	10,1 a	35,4
Estação										
Primavera	10,5 a	69,2 b	37,4	8,1	48,1 ab	7,5	74,3	41,2	9,8 ab	35,1 b
Verão	8,7 b	73,0 a	39,6	8,5	49,3 a	7,2	72,9	41,0	9,0 b	43,0 a
Outono	8,7 b	71,1 ab	38,6	9,3	44,5 ab	7,4	72,8	40,3	9,3 ab	36,1 b
Inverno	9,2 b	69,2 b	37,1	9,3	41,8 b	6,9	73,0	41,1	10,2 a	31,3 b
<i>Média</i>	9,3	70,6	38,2	8,8	45,9	7,3	73,3	40,9	9,6	
P-value										
MF	0,0001	0,0051	0,0001	0,5299	0,0082	0,0690	0,0111	0,0076	0,0329	0,0767
E	0,0014	0,0023	0,0816	0,3450	0,0313	0,4689	0,1589	0,5039	0,0480	0,0025
MF x E	0,2791	0,3925	0,5435	0,9974	0,2735	0,9196	0,2843	0,8036	0,9878	0,6184
EPM	0,3	0,6	0,6	0,5	1,6	0,2	0,4	0,4	0,2	1,3

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna dentro de cada parâmetro, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste Tukey. Abreviações: MF, massa de forragem; E, estação do ano; EPM, erro padrão da média; PB, proteína bruta; FDN, fibra em detergente neutro; FDA, fibra em detergente ácido; LIG, lignina; DMO, digestibilidade da matéria orgânica.

Em relação as estações do ano, houve diferença significativa ($P < 0,05$) nos campos do bioma Pampa para PB, FDN e DMO (tabela 2). O pasto na primavera apresentou maior teor de PB (10,5%) do que nas demais estações (8,9% em média). O maior teor de FDN foi no verão (73,0%) e o menor na primavera (69,2%) e inverno (69,2%), enquanto a FDN no outono (71,1%) foi semelhante a todas estações. A maior DMO foi encontrada no verão (49,3%) e a menor no inverno (41,8%), ambas semelhantes à da primavera (48,1%) e outono (44,5%). A média de FDA e LIG entre as estações do ano nos campos do Pampa foi de 38,2% e 8,8%, respectivamente.

Nos Campos de Altitude houve diferença entre as estações do ano apenas para LIG e DMO. O maior teor de LIG foi observado no inverno (10,2%) e o menor no verão (9,0%).

Primavera e outono não apresentaram diferença significativa entre as demais estações, com valores médios para LIG de 9,8% e 9,3%, respectivamente. A maior DMO foi observada no verão (43,0%), já as demais estações apresentaram DMO significativamente inferior, com valor médio de 34,2%. Os teores de PB, FDN e FDA nos Campos de Altitude foram em média de 7,3%, 73,3% e 40,9%, respectivamente.

4 DISCUSSÃO

4.1 Produção primária da pastagem natural

Estudos realizados em pastagens naturais no sul do Brasil demonstram que a alta intensidade de pastejo (4% de OF) resulta em níveis mais baixos de MF e menores alturas do pasto (Mezzalana et al., 2012; Thurow et al., 2009). Na figura 2, evidencia-se esta relação entre MF e altura do dossel nos Campos Sulinos, onde o aumento da altura determina um aumento da MF. Correlações positivas entre MF e altura são normalmente encontradas em pastagens naturais (Elejalde et al., 2012; Neves et al., 2009). Visando a conciliação entre produção primária, secundária e conservação das pastagens naturais, intensidades de pastejo moderadas (8 a 12% de OF), com MF entre 1400 e 2500 kg de MS ha⁻¹ e alturas entre 10 e 12 cm parecem ser mais adequadas (Carvalho et al., 2017). Estes patamares foram encontrados, aproximadamente, para média MF na maioria dos sítios do bioma Pampa e para baixa MF em alguns sítios dos Campos de Altitude.

Os distintos níveis de MF determinados pelo manejo pastoril e condições endêmicas de cada região alteraram a produção primária das pastagens naturais do bioma Pampa (tabela 1). A taxa de acúmulo (TA) diária praticamente dobrou da baixa MF para alta MF nestes campos. Isso pode ser explicado pois o baixo nível de MF diminui o índice de área foliar e a captação de energia solar pela planta (Carvalho & Batello, 2009). Com o aumento da MF e do número de folhas verdes ocorre um maior aproveitamento da energia luminosa, fixação de carbono e, conseqüentemente, aumento na TA diária da pastagem (Nabinger et al., 2011). Nos Campos de Altitude não se evidenciou uma diferença de TA entre os níveis de MF. Provavelmente a grande quantidade de MS ha⁻¹ observada em todas as condições pastoris, até mesmo em níveis mais baixos de MF explicam este resultado. Estes campos apresentam dominância da espécie cespitosa *Andropogon lateralis* (apêndice S4), que juntamente com condições pluviométricas favoráveis (1850 mm ao longo do ano) e baixa carga animal ocasionam níveis mais elevados de MF do que no Pampa. Em condições hídricas não limitantes, nossos resultados demonstram o potencial de produção forrageira das pastagens naturais e a importância do correto manejo pastoril para manter níveis adequados de MF. Mezzalana et al. (2012) observaram TA diária de 4,4 kg de MS ha⁻¹ para OF de 4% (baixa MF), 17,2 kg de MS

ha⁻¹ para OF de 8-12% e 12,6 kg de MS ha⁻¹ em 16% de OF (alta MF). Garagorry et al. (2008) encontraram em níveis mais altos de MF (3617 kg de MS ha⁻¹), uma TA de aproximadamente 23,3 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹.

Em relação as estações do ano, primavera e verão apresentaram maior TA do que outono e inverno nos Campos Sulinos, com destaque para maiores TA durante a primavera (54,2 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹) e verão (42,3 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹) nos Campos de Altitude. Este maior acúmulo de forragem durante primavera-verão é consequência do aumento da radiação solar e temperatura do ar, que estimulam o crescimento das espécies estivais (Fontana et al., 2018; Junges et al., 2016). O pico de TA nos Campos Sulinos ocorreu entre os meses de setembro a dezembro, tendendo a diminuir com a chegada do outono-inverno (figura 3). No entanto, ocorreu um aumento da TA entre maio e junho que pode estar associado ao desenvolvimento de algumas espécies de inverno (Junges et al., 2016). O período de inverno é bastante crítico pelas baixas temperaturas para produção primária e secundária nas pastagens naturais do sul do Brasil (Mezzalana et al., 2012). Garagorry et al. (2008) e Modernel et al. (2019) também encontraram as menores TA durante este período. Estes últimos autores observaram TA diária de 15,6 kg de MS ha⁻¹ entre julho e agosto (inverno), chegando a 31,1 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹ entre outubro e dezembro (primavera). Com a ocorrência de geadas e alta senescência foliar, Jochims et al. (2017) encontraram TA negativas durante o inverno (-3,0 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹).

Condições hídricas limitantes durante o verão ocasionadas por períodos de estiagem, também podem afetar negativamente o crescimento das pastagens (Fontana et al., 2018). Conforme observado por Garagorry et al. (2008), a baixa pluviosidade durante os meses de dezembro a fevereiro (verão) não permitiram o desenvolvimento vegetal, com TA diária nula durante este período. Em nosso estudo, as condições meteorológicas (apêndice S2) foram favoráveis para o crescimento vegetal, sem a ocorrência de estiagem. A precipitação média anual no bioma Pampa (1396 mm) foi próxima as normais (1528 mm). Nos Campos de Altitude a precipitação média anual foi de 1850 mm, superior as normais (1746 mm). Para tentar contornar possíveis perdas de forragem por condições adversas, é importante que se mantenha níveis adequados de MF (> 1550 kg de MS ha⁻¹) ao longo do ano, permitindo maior acúmulo de forragem. Essa relação entre MF e TA é demonstrada na figura 4, e observa-se que em todas as estações quanto maior for a MF, maior será a TA.

4.2 Qualidade bromatológica da pastagem natural

As diferentes condições pastoris das pastagens naturais do sul do Brasil, representadas pela MF, modificaram a qualidade bromatológica do pasto (tabela 2). Sabe-se que a qualidade

bromatológica da forragem é afetado pela composição de espécies da comunidade vegetal e suas fases de crescimento, que podem estar associadas ao manejo pastoril (Bezabih et al., 2013; Temelet al., 2015). O maior teor de PB em condições de baixa MF nos campos do bioma Pampa pode ser explicado pela resposta fisiológica da planta, quando submetida a desfolhação intensa. Nestas condições, a planta visa a reposição de área foliar e redireciona o nitrogênio radicular para as folhas, aumentando o nitrogênio solúvel da parte aérea (Jochims et al., 2017; Silveira et al., 2005). Aplicando diferentes níveis de OF nos Campos Sulinos, Trindade et al. (2016) observaram teores de 12% de PB para OF de 4%, diminuindo para 10,1% de PB em OF de 16%. Nossos resultados demonstram que o maior teor de PB em baixa MF ocorreu ao longo de todo ano no bioma Pampa, com menos evidência nos Campos de Altitude. Provavelmente os altos níveis de MF observados nesta região durante todo período de desenvolvimento das pastagens explicam este resultado. Jochims et al. (2017) relataram que baixos níveis de MF no início do período de crescimento das pastagens naturais, aumentam o valor de PB.

Em alta MF houve um aumento nos teores de FDN e FDA dos Campos Sulinos, diminuindo a DMO das pastagens naturais do bioma Pampa. Estas modificações podem estar relacionadas a maior contribuição de espécies conservadoras de recurso em alta MF (Cruz et al., 2010) que são mais fibrosas, e com o aumento da proporção de plantas adultas (Knorr et al., 2005). De acordo com Seither et al. (2012), o predomínio de gramíneas de porte alto está relacionado a grandes concentrações de FDA e menor valor nutritivo da pastagem. Trindade et al. (2016) encontraram valores de FDN, FDA e DMO de 86,7%, 40,9% e 42,4% em 4% de OF e 88,4%, 42,8% e 33,5% em 16% de OF, respectivamente. De acordo com Temel et al. (2015), com o avanço da maturidade e conseqüentemente menor relação folha/colmo, ocorre um aumento de FDN, FDA e LIG, com diminuição de PB e DMO. Este aumento no teor de LIG foi observado nos Campos de Altitude, mas não no bioma Pampa. Jochims et al. (2017) trabalharam com diferentes ofertas de forragem (12% e 18%) e também não encontraram diferenças para teor de LIG com média de 9,4% em pastagens naturais do bioma Pampa.

Em relação as estações do ano, ocorreram modificações no valor nutritivo das pastagens quanto aos teores de PB, FDN, LIG e DMO nos Campos Sulinos. O maior teor de PB e menor FDN encontrado durante a primavera no bioma Pampa deve-se ao início do desenvolvimento das espécies C4 (Jochims et al., 2017), que em função das condições climáticas favoráveis de temperatura e luminosidade refletem a rebrota da pastagem (Knorr et al., 2005). Jochims et al. (2017) também encontraram maior teor de PB na primavera (7,6%) em uma pastagem natural de Eldorado do Sul. Este patamar foi relativamente menor do que nas demais estações do bioma Pampa do presente estudo. A DMO das pastagens

naturais dos Campos Sulinos diminuiu do verão para o inverno. Esta alteração é normal e ocorre devido as modificações estruturais ao longo do desenvolvimento das plantas (Silveira et al., 2005), principalmente entre períodos de condições climáticas tão contrastantes. Essa mesma observação foi relatada por Kuinchtner et al. (2021) ao avaliarem a qualidade de uma pastagem natural na região de Santa Maria. Estes autores encontraram valores médios de DMO de 45,3% no período de primavera-verão e 39,6% no outono-inverno. Nos Campos de Altitude evidenciou-se um aumento do teor de LIG do pasto durante o inverno. Esse processo de lignificação decorre das temperaturas críticas negativas da região, com a frequente ocorrência de geadas durante este período.

Estudos que avaliaram o valor nutritivo de pastagens naturais demonstram uma variabilidade dos componentes bromatológicos nos Campos Sulinos. Para teores de PB, Jochims et al. (2017) encontraram 6,9% em uma pastagem natural de Eldorado do Sul, já Silveira et al. (2005) observaram teores mais elevados (12,9%) em Alegrete. Em Santana do Livramento, Correa et al. (2006) observaram teores de FDN de 69,5%, enquanto Trindade et al. (2016) encontraram em Eldorado do Sul 86,5%. Soares et al. (2015) relataram uma DMO de 34,2% em pastagens naturais de Bagé, já em Santa Maria Kuinchtner et al. (2021) encontraram valor de 42,5%. No entanto, é importante ressaltar que ao avaliar o comportamento alimentar de animais em pastejo, verifica-se que o valor nutritivo das pastagens naturais é de qualidade superior a estes níveis. Através de simulações de pastejo, Elejalde et al. (2012) encontraram valores de PB, FDN e FDA de até 17,9%, 53,4% e 33,9% durante a primavera nos Campos Sulinos. No presente estudo, não foi realizada simulação de pastejo e mesmo assim os teores críticos de PB foram atribuídos apenas a condições de alta MF e durante o inverno nos Campos de Altitude. Nas demais estações do ano e em condições de baixa e média MF o teor de PB foi acima de 7,0%, que é o mínimo necessário para o bom funcionamento do rúmen (Bezabih et al., 2013; Van Soest, 1994). Com isso, foi possível evidenciar que para favorecer a sustentabilidade do sistema produtivo e melhorar a qualidade bromatológica das pastagens naturais é fundamental a adequação do manejo pastoril, principalmente através de ajustes na taxa de lotação para manter níveis adequados de MF (1551 – 3137 kg de MS ha⁻¹), melhorando a estrutura e o valor nutritivo do pasto para atender os requerimentos de nutrientes dos animais.

5 CONCLUSÕES

A condição pastoril representada pela massa de forragem residual altera a produção primária e modifica o valor nutritivo dos Campos Sulinos. Com a elevação do nível de massa de forragem ocorre um aumento da taxa de acúmulo diária da pastagem natural e uma

diminuição do seu valor nutritivo. Durante o período de primavera e verão as pastagens naturais apresentam maior taxa de acúmulo diária e melhor valor nutritivo do pasto.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os proprietários rurais que permitiram a realização deste trabalho em suas propriedades, e a todas as autoridades ambientais locais que permitiram esta pesquisa em áreas protegidas. Agradecemos também o apoio do Professor Dr. Valério De Patta Pillar e de todos que ajudaram na coleta de dados a campo, principalmente a equipe dos seguintes grupos de pesquisa da UFRGS: Laboratório de Ecologia Quantitativa (ECOQUA), Centro de Ensino e Pesquisa em Ovinocultura (CEPOV) e Grupo de Pesquisa em Ecologia do Pastejo (GPEP).

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores afirmaram que não há conflito de interesses.

DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE DADOS

Os dados que suportam os achados deste estudo estão disponíveis com o autor correspondente mediante solicitação razoável.

ORCID

Juliano H. da Motta  <https://orcid.org/0000-0003-1454-372X>

Cesar H. E. C. Poli  <https://orcid.org/0000-0002-8469-0779>

REFERÊNCIAS

- AOAC. (1997). *Official Methods of Analysis* (3rd ed.). Association of Official Analytical Chemist.
- Arzani, H., Ahmadi, Z., Azarnivand, H., & Bihamta, M. R. (2010). Forage quality of three life forms of rangeland species in semi arid and semihumid regions in different phenological stages. *Desert*, 15, 71–74.
- Barthram, G. T. (1985). Experimental techniques: the HFRO sward stick. In *Hill Farming Research Organization* (pp. 29–30).
- Bezabih, M., Pellikaan, W. F., Tolera, A., Khan, N. A., & Hendriks, W. H. (2013). Chemical composition and in vitro total gas and methane production of forage species from the Mid Rift Valley grasslands of Ethiopia. *Grass and Forage Science*, 69(4), 635–643. <https://doi.org/10.1111/gfs.12091>
- Boldrini, I. I., Overbeck, G. E., & Trevisan, R. (2015). Biodiversidade de Plantas. In V. D. P.

- Pillar & O. Lange (Eds.), *Os Campos do Sul* (1st ed., p. 192). Rede Campos Sulinos - UFRGS.
- Burkart, A. (1975). Evolution of Grasses and Grasslands in South America. *Taxon*, 24(1), 53–66.
- Carvalho, P. C. de F., Wallau, M. O., Bremm, C., Bonnet, O., Trindade, J. K. da, Rosa, F. Q. da, Freitas, T. S. de, & Moojen, F. G. (2017). *Natividade: 30 anos de pesquisa em campo nativo*.
- Carvalho, P. C. F., & Batello, C. (2009). Access to land, livestock production and ecosystem conservation in the Brazilian Campos biome: The natural grasslands dilemma. *Livestock Science*, 120(1–2), 158–162. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.04.012>
- Correa, D. do A., Scheffer-Basso, S. ., & Fontaneli, R. S. (2006). Efeito da fertilização nitrogenada na produção e composição química de uma pastagem natural. *Agrociência*, 10(1), 17–24.
- Cruz, P., 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. *Rangeland Ecology & Management*, 63(3), 350–358. <https://doi.org/10.2111/08-016.1>
- Elejalde, D. A. G., Nabinger, C., Pascual, M. G. C., Ferreira, E. T., Missio, R. L., Kunrath, T. R., Devincenzi, T., & Cardoso, R. R. (2012). Quality of the forage apparently consumed by beef calves in natural grassland under fertilization and oversown with cool season forage species. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(6), 1360–1368. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000600007>
- Fontana, D. C., Junges, A. H., Bremm, C., Schaparini, L. P., Mengue, V. P., Wagner, A. P. L., & Carvalho, P. (2018). NDVI and meteorological data as indicators of the pampa biome natural grasslands growth. *Bragantia*, 77(2), 404–414. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.2017222>
- Garagorry, F. C., Quadros, F. L. F. de, Travi, M. R. L., Bandinelli, D. G., Fontoura Júnior, J. A., & Martins, C. E. N. (2008). Dinâmica vegetacional em pastagem natural e pastagem sobresemeada com espécies de estação fria com e sem o uso de herbicida. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, 33(2), 123–129. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v33i2.9148>
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2004). *Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil*. https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm#sub_download

- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2018). *Produção Pecuária Municipal (PPM)*. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão.
- Jochims, F., Poli, C. H. E. C., Soares, E. M., & Carvalho, P. C. F. (2017). Improving forage nutritive value and botanical composition in a natural grassland using different grazing methods and herbage allowances. *Animal Production Science*, *58*(9), 1677. <https://doi.org/10.1071/AN16012>
- Junges, A. H., Bremm, C., Fontana, D. C., Oliveira, C. A. O., Schaparini, L. P., & Carvalho, P. C. F. (2016). Temporal profiles of vegetation indices for characterizing grazing intensity on natural grasslands in Pampa biome. *Scientia Agricola*, *73*(4), 332–337. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0213>
- Klingman, D. L., Miles, S. R., & Mott, G. O. (1943). The Cage Method for Determining Consumption and Yield of Pasture Herbage 1. *Agronomy Journal*, *35*(9), 739–746. <https://doi.org/10.2134/agronj1943.00021962003500090001x>
- Knorr, M., Patino, H. O., Silveira, A. L. F. da, Mühlbach, P. R. F., Mallmann, G. M., & Medeiros, F. S. (2005). Desempenho de novilhos suplementados com sais proteinados em pastagem nativa. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, *40*(8), 783–788. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2005000800008>
- Komarek, A. R. (1993). A filter bag procedure for improved efficiency of fiber analysis. *Journal of Dairy Science*, *76*(1), 250.
- Kuinchtner, B. C., Quadros, F. L. F. de, Casanova, P. T., Marin, L., Seeger, B. B., Steinhorst, D. de M., & Ongaratto, F. (2021). Thermal sum (degrees-days) rest period as a grazing management tool in natural grasslands: Effects on animal performance and forage production. *Environmental and Sustainability Indicators*, *10*, 100125. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2021.100125>
- Maraschin, G. E. (2012). Manejo do campo nativo, produtividade animal, dinâmica da vegetação e adubação de pastagens nativas do sul do Brasil. In V. D. P. Pillar, S. C. Müller, Z. M. de S. Castilhos, & A. V. Á. Jacques (Eds.), *Campos Sulinos* (1st ed., pp. 248–259). MMA.
- Mezzalana, J. C., Carvalho, P. C. F., Trindade, J. K., Bremm, C., Fonseca, L., Amaral, M. F., & Reffatti, M. V. (2012). Produção animal e vegetal em pastagem nativa manejada sob diferentes ofertas de forragem por bovinos. *Ciência Rural*, *42*(7), 1264–1270. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000039>
- Modernel, P., Picasso, V., Do Carmo, M., Rossing, W. A. H., Corbeels, M., Soca, P., Dogliotti, S., & Tiftonell, P. (2019). Grazing management for more resilient mixed livestock farming systems on native grasslands of southern South America. *Grass and Forage Science*,

- 74(4), 636–649. <https://doi.org/10.1111/gfs.12445>
- Moreno, J. A. (1961). Clima do Rio Grande do Sul. In *Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul*. Secretaria da Agricultura.
- Nabinger, C., Carvalho, P. C. F., Pinto, E. C., Mezzalana, J. C., Brambilla, D. M., & Boggiano, P. (2011). Servicios ecosistémicos de las praderas naturales: ¿es posible mejorarlos con más productividad? *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 19(3–4), 27–34.
- Neves, F. P., Carvalho, P. C. F., Nabinger, C., Carassai, I. J., Santos, D. T., & Veiga, G. V. (2009). Caracterização da estrutura da vegetação numa pastagem natural do Bioma Pampa submetida a diferentes estratégias de manejo da oferta de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(9), 1685–1694. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000900007>
- Pallarés, R. O., Berretta, E. J., & Maraschin, G. E. (2005). The South American Campos Ecosystem. In J. M. Suttie, S. G. Reynolds, & C. Batello (Eds.), *Grasslands of the world* (pp. 171–179). FAO.
- Peyraud, J. L. (1997). Techniques for measuring herbage intake of grazing ruminants: a review. In E. Spörndly, E. Burstedt, & M. Murphy (Eds.), *Managing high yielding dairy cows at pasture* (pp. 3–23). Swedish University of Agricultural Sciences.
- SAS-Institute-Inc. (2016). *SAS® Studio 3.6: Developer's Guide to Repositories*. Cary, NC: SAS Institute Inc (3.6; p. 56).
- Seither, M., Wrage, N., & Isselstein, J. (2012). Sward composition and grazer species effects on nutritive value and herbage accumulation. *Agronomy Journal*, 104(2), 497–506. <https://doi.org/10.2134/agronj2011.0322>
- Senger, C. C. D., Kozloski, G. V., Bonnacarrère Sanchez, L. M., Mesquita, F. R., Alves, T. P., & Castagnino, D. S. (2008). Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. *Animal Feed Science and Technology*, 146(1–2), 169–174. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.12.008>
- Silveira, V. C. P., Vargas, A. F. da C., Oliveira, J. O. R., Gomes, K. E., & Motta, A. F. (2005). Qualidade da pastagem nativa obtida por diferentes métodos de amostragem e em diferentes solos na Apa do Ibirapuitã, Brasil. *Ciência Rural*, 35(3), 582–588. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782005000300014>
- Soares, É. M., Quadros, F. L. F. de, Carvalho, R. M. R. de, Oliveira, L. B. de, Jochims, F., Dutra, G. M., Fernandes, A. M., Trindade, J. P. P., & Ilha, G. F. (2015). Beef heifers performance in natural grassland under continuous and rotational grazing in the autumn-winter. *Ciência Rural*, 45(10), 1859–1864. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141529>
- Soriano, A., León, R. J. C., Sala, O. E., Lavado, R. S., Derigibus, V. A., Cahuapé, O., Scaglia,

- A., Velasquez, C. A., & Lemcoff, J. H. (1992). Rio de la Plata Grasslands. In R. T. Coupland (Ed.), *Ecosystems of the world. Introduction and Western Hemisphere* (pp. 367–407). Elsevier.
- Temel, S., Surmen, M., & Tan, M. (2015). Effects of growth stages on the nutritive value of specific halophyte species in saline grasslands. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 25(5), 1419–1428.
- Thurow, J. M., Nabinger, C., Castilhos, Z. M. de S., Carvalho, P. C. de F., Medeiros, C. M. O., & Machado, M. D. (2009). Estrutura da vegetação e comportamento ingestivo de novilhos em pastagem natural do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(5), 818–826. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000500006>
- Tiecher, T., Oliveira, L. B., Rheinheimer, D. S., Quadros, F. L. F., Gatiboni, L. C., Brunetto, G., & Kaminski, J. (2013). Phosphorus application and liming effects on forage production, floristic composition and soil chemical properties in the Campos biome, southern Brazil. *Grass and Forage Science*, 69(4), 567–579. <https://doi.org/10.1111/gfs.12079>
- Tothill, J. C., Hargreaves, J. N. G., Jones, R. M., & McDonald, C. K. (1992). Botanal – A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. 1. Field sampling. *Tropical Agronomy Technical Memorandum*, 78(8), 21.
- Trindade, J. K. D., 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. *Rangeland Ecology and Management*, 69(1), 59–67. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2015.10.002>
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of ruminants*. Cornell University Press.

INFORMAÇÕES DE APOIO

APÊNDICE S1 Localização dos seis sítios de pesquisa estabelecidos em pastagens do bioma Pampa e três sítios de pesquisa estabelecidos em Campos de Altitude (bioma Mata Atlântica).

Bioma Pampa		
Sítio	Coordenadas geográficas	Altitude
Aceguá	31°38'55,0" S e 54°09'26,0" W	167 m
Alegrete	30°04'09,0" S e 55°59'28,0" W	185 m
Eldorado do Sul	30°06'09,4" e 51°40'56,0" W	46 m
Encruzilhada do Sul	30°23'28,1" S e 52°28'02,3" W	200 m
Lavras do Sul	30°41'55,0" S e 53°58'12,0" W	330 m
Tavares	31°23'38,0" S e 51°9'22,3" W	3 m
Campos de Altitude		
Sítio	Coordenadas geográficas	Altitude
Jaquirana	29°05'43,0" S e 50°22'02,0" W	815 m

São Francisco de Paula	29°23'35,0" S e 50°14'26,0" W	900 m
Vacaria	28°11'08,19" S e 51°01'56,40" W	970 m

APÊNDICE S2 Dados climáticos de temperatura (mínima, máxima e média) e precipitação acumulada dos locais de pesquisa em 2019, e a média das normais (entre parênteses) com base em 30 anos de dados (1981-2010). Registro das estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) mais próximas de cada local.

Bioma Pampa				
Sítio	Mínima (°C)	Máxima (°C)	Média (°C)	Precipitação (mm)
Aceguá	5,8 (7,5)	31,6 (29,3)	18,7 (18,4)	1358 (1441)
Alegrete	6,8 (8,8)	33,5 (31,7)	20,1 (20,2)	1238 (1642)
Eldorado do Sul	11,7 (9,6)	34,1 (31,1)	22,9 (20,3)	1511 (1481)
Encruzilhada do Sul	7,4 (8,4)	30,7 (28,9)	19,1 (18,6)	1527 (1669)
Lavras do Sul	7,2 (8,5)	30,0 (30,2)	18,6 (19,3)	1749 (1627)
Tavares	8,8 (9,9)	29,7 (29,7)	19,3 (19,8)	992 (1309)
<i>Média</i>	7,9 (8,8)	31,6 (30,2)	19,7 (19,5)	1396 (1528)
Campos de Altitude				
Sítio	Mínima (°C)	Máxima (°C)	Média (°C)	Precipitação (mm)
Jaquirana	5,9 (5,3)	29,0 (24,7)	17,5 (15,0)	1954 (1803)
São Francisco de Paula	7,6 (7,6)	27,3 (27,9)	17,5 (17,7)	1954 (1699)
Vacaria	4,4 (6,3)	29,0 (25,4)	16,7 (15,8)	1641 (1736)
<i>Média</i>	5,9 (6,4)	28,4 (26,0)	17,1 (16,2)	1850 (1746)

APÊNDICE S3 Atributos químicos do solo dos locais de pesquisa localizados no bioma Pampa e Campos de Altitude a partir de amostras coletadas no início do experimento (janeiro de 2019) a uma profundidade de 0 a 20 cm.

Bioma Pampa								
Sítio	Solo pH em água	P (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)	Al ³⁺ (cmolc kg ⁻¹)	Ca ²⁺ (cmolc kg ⁻¹)	Mg ²⁺ (cmolc kg ⁻¹)	Base ⁺ saturação (%)	Al ³⁺ saturação (%)
Aceguá	5,6	2,2	119,3	1,1	6,0	2,7	58,4	11,3
Alegrete	5,4	2,4	142,3	0,3	11,1	4,4	68,0	2,1
Eldorado do Sul	4,5	2,3	53,3	1,9	1,2	1,7	32,3	38,9
Encruzilhada do Sul	4,8	1,9	33,0	1,2	0,9	0,2	25,7	49,3
Lavras do Sul	4,9	5,3	134,7	0,8	4,2	1,7	52,5	10,8
Tavares	4,8	3,9	28,7	0,8	0,2	1,3	31,7	33,3
<i>Média</i>	5,0	3,0	85,2	1,0	3,9	2,0	44,8	24,3
Campos de Altitude								
Sítio	Solo pH em água	P (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)	Al ³⁺ (cmolc kg ⁻¹)	Ca ²⁺ (cmolc kg ⁻¹)	Mg ²⁺ (cmolc kg ⁻¹)	Base ⁺ saturação (%)	Al ³⁺ saturação (%)
Jaquirana	4,8	3,6	106,7	5,9	1,2	0,1	12,6	78,8

São Francisco de Paula	4,8	2,4	78,7	5,2	0,8	0,1	4,6	70,9
Vacaria	5,0	2,6	70,3	3,7	1,3	0,6	23,5	62,0
<i>Média</i>	4,9	2,9	85,2	4,9	1,1	0,3	13,6	70,6

APÊNDICE S4 Contribuição relativa (% da matéria seca total) das espécies mais abundantes nas pastagens naturais dos locais de pesquisa do bioma Pampa e Campos de Altitude. Composição botânica realizada em outubro de 2019 através do método BOTANAL (Tothill et al., 1992).

Bioma Pampa		Campos de Altitude	
Espécie	% da MS total	Espécie	% da MS total
<i>Paspalum notatum</i>	23,8	<i>Andropogon lateralis</i>	31,7
<i>Axonopus affinis</i>	14,0	<i>Axonopus affinis</i>	12,7
<i>Andropogon lateralis</i>	13,5	<i>Paspalum notatum</i>	10,7
<i>Desmodium incanum</i>	5,6	<i>Soliva sesselis</i>	7,1
<i>Paspalum pumilum</i>	4,2	<i>Paspalum plicatulum</i>	6,4
<i>Mnesithea selloana</i>	3,4	<i>Aristida jubata</i>	5,7
<i>Sporobolus indicus</i>	3,3	<i>Baccharis crispa</i>	2,4
<i>Paspalum dilatatum</i>	2,6	<i>Oxalis brasiliensis</i>	0,7
<i>Paspalum plicatulum</i>	1,8	<i>Oxalis lasiopetala</i>	0,6
<i>Carex phallaroides</i>	1,2	<i>Dichanthelium sabulorum</i>	0,3
<i>Rhynchospora setigera</i>	0,7	<i>Eupatorium christeanum</i>	0,2
<i>Senecio selloi</i>	0,4	<i>Plantago myosurus</i>	0,2
<i>Chaptalia runcinata</i>	0,3	<i>Carex phallaroides</i>	0,1
<i>Polygala pumila</i>	0,1	<i>Chaptalia runcinata</i>	0,1
<i>Pterocaulon alopecuroides</i>	0,1	<i>Eryngium horridum</i>	0,1
<i>Desmodium adscendens</i>	0,1	<i>Rhynchosia diversifolia</i>	0,1
<i>Drosera brevifolia</i>	0,1	<i>Eragrostis airoides</i>	0,1

Abreviação: MS, matéria seca.

CAPÍTULO IV

Orçamentação forrageira: protótipo de ferramenta para o planejamento alimentar dos Campos Sulinos do Brasil

Resumo

Orçamento forrageiro é uma ferramenta fundamental para o correto planejamento alimentar das propriedades rurais, pois ajuda no ajuste entre a quantidade de forragem disponível e a necessidade de forragem do rebanho ao longo ano. Nosso objetivo foi gerar um protótipo de ferramenta de orçamentação forrageira para as diferentes condições pastoris dos Campos Sulinos do Brasil. Os componentes da ferramenta foram a produção de forragem, demanda de forragem e planejamento tático. Dados de produção de forragem em diferentes condições pastoris (determinadas pela MF – massa de forragem) foram coletados mensalmente nas pastagens naturais de 9 municípios em 5 regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul. Para demanda de forragem foram consultados o *National Research Council* (NRC) de bovinos, ovinos e equinos. A produção de forragem foi estimada pela seguinte equação: quantidade de matéria seca (MS) disponível $\text{mês}^{-1} = [\text{n}^{\circ} \text{ de ha} \times (\text{MF inicial} + \text{acúmulo de MS ha}^{-1} \text{ mês}^{-1})]$. A demanda de forragem foi estimada pela seguinte equação: quantidade de MS necessária $\text{mês}^{-1} = [\text{n}^{\circ} \text{ de animais} \times (\text{peso vivo} \times \% \text{ de consumo de MS diário} \times 4) \times \text{n}^{\circ} \text{ de dias do mês}]$. Através da subtração de demanda da produção de forragem obtêm-se o saldo forrageiro mensal para realização do planejamento tático da propriedade. Saldo positivo (forragem excedente) indica-se aumentar o número de animais; conservar o pasto na forma de feno; realizar diferimento; arrendar a área; ou vender o pasto excedente. Já o saldo negativo (forragem deficitária) indica-se diminuir o número de animais; melhorar o campo nativo; implantar pastagens cultivadas; conseguir outras fontes de forragem; fornecer outros alimentos concentrados. A ferramenta de orçamentação forrageira vai ser de suma importância para o planejamento alimentar em pastagens naturais do sul do Brasil, sendo este estudo um primeiro passo para calibração e validação desta ferramenta para os Campos Sulinos.

Palavras-chave: pastagens naturais; produção de forragem; demanda de forragem; bovinos; ovinos; planejamento tático.

1 Introdução

Os Campos Sulinos (bioma Pampa e Campos de Altitude) abrigam mais de 13 milhões bovinos e 3 milhões de ovinos, a maioria criados extensivamente em pastagens naturais com área de aproximadamente 7,3 milhões de hectares (IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2018). Apesar da base forrageira destes rebanhos ser o pasto nativo, o conhecimento sobre a produção e necessidade de forragem para manutenção deste sistema ainda é um desafio para muitos produtores. O resultado deste desconhecimento é o aumento da degradação das pastagens por sobrepastoreio, baixos índices produtivos da pecuária e evasão para outras atividades com expansão da fronteira agrícola (CARVALHO; BATELLO, 2009). Estima-se que entre os anos de 1975 a 2020 ocorreu uma redução de aproximadamente 44% dos campos naturais (MAPBIOMAS, 2021).

A quantificação da disponibilidade forrageira para o rebanho é o ponto inicial para estruturação e sustentabilidade dos sistemas produtivos em pastagens naturais do sul do Brasil (SILVEIRA et al., 2005). No entanto, as diferentes condições pastoris, determinadas pela massa de forragem e influenciadas pelo clima, solo e pastejo causam oscilações de produção de matéria seca (MS) ao longo do ano, que dificultam aos produtores estas informações. Com isso, técnicas e ferramentas que contemplem a quantidade de produção de forragem e demanda de MS do rebanho ao longo do ano em pastagens naturais, são necessárias e fundamentais para o correto planejamento alimentar das propriedades rurais.

Nesse sentido, a orçamentação forrageira é vastamente utilizada em sistemas pastoris de países como a Nova Zelândia, Austrália e EUA (BARIONI; TONATO; ALBERTINI, 2011). Iniciativas nacionais como o desenvolvimento do “Orçamento Forrageiro Anual” da Embrapa Caprinos e Ovinos (CAVALCANTE, 2015), também podem ser úteis para a manutenção, economicidade e produção sustentável das pastagens naturais do sul do país. Com o orçamento forrageiro é possível quantificar a produção e demanda de forragem, assegurando um equilíbrio do uso dos recursos pastoris (BARIONI; TONATO; ALBERTINI, 2011). Com isso, nosso objetivo foi gerar um protótipo de ferramenta de orçamentação forrageira para as diferentes condições pastoris dos Campos Sulinos do Brasil.

2 Material e Métodos

O protótipo da ferramenta de orçamentação forrageira dos Campos Sulinos teve como base o “Orçamento Forrageiro Anual” desenvolvido pela Embrapa Caprinos e Ovinos de Sobral no Ceará (CAVALCANTE, 2015). Através deste modelo construído para a região do Semiárido, adaptou-se alguns componentes e variáveis para gerar a ferramenta de orçamentação forrageira dos Campos Sulinos do Brasil (Figura 1).

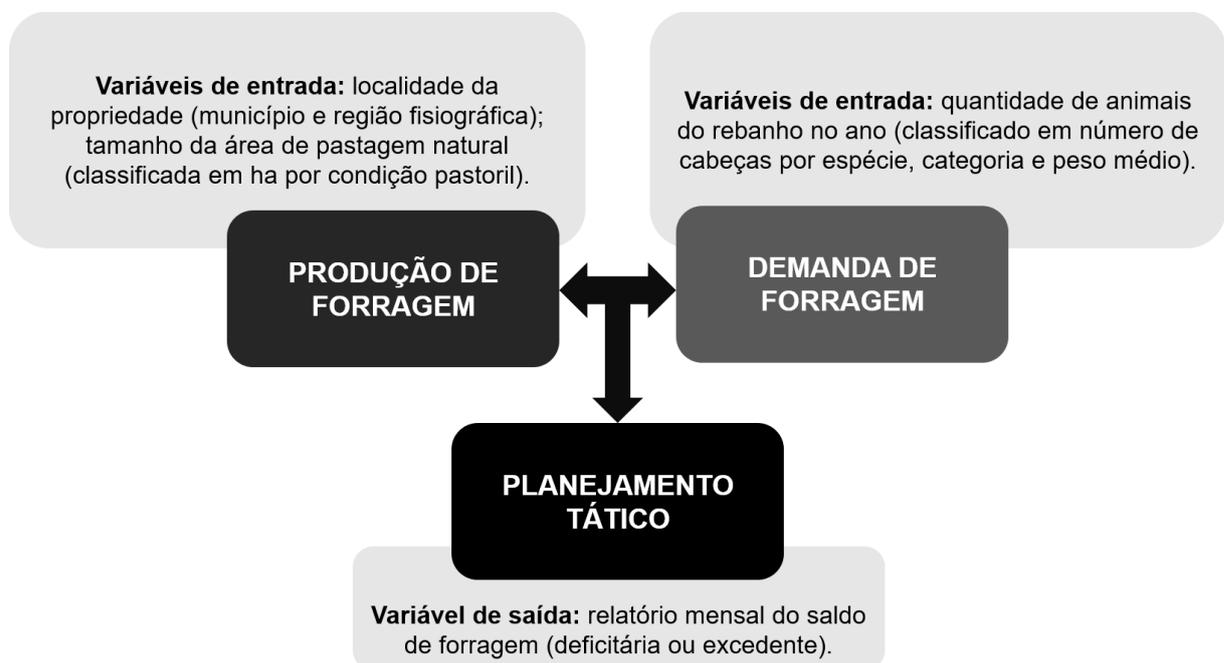


Figura 1 – Componentes e suas variáveis para a ferramenta de orçamentação forrageira dos Campos Sulinos, Brasil.

A ferramenta foi constituída por três componentes (etapas) principais: produção de forragem, demanda de forragem e planejamento tático. A metodologia utilizada para o levantamento de dados da produção e demanda de forragem, assim como, do planejamento tático para a base do protótipo está descrito a seguir.

2.1 Levantamento da produção de forragem

O levantamento da produção forrageira para compor a base de dados da ferramenta de orçamentação forrageira foi realizado mensalmente ao longo do ano de

2019 em um conjunto de áreas situadas em 5 diferentes regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul, totalizando 9 municípios. O nome, localização e região; condições climáticas; e características do solo de cada município podem ser verificados nos Apêndices A; B; e C, respectivamente.

Para representar as distintas condições pastoris dos Campos Sulinos, foi identificado em cada município três níveis de massa de forragem (MF): baixa MF, média MF e alta MF. Para definição dos tratamentos foi realizado análise de Cluster, utilizando soma de quadrados (Ward) como critério de agrupamento. Os municípios de Tavares e São Francisco de Paula não possuíam baixa MF, assim como, Encruzilhada do Sul não tinha alta MF. No bioma Pampa, baixa MF ≤ 1550 kg de matéria seca (MS) ha^{-1} e/ou $\leq 6,6$ cm de altura do dossel; média MF = 1551 – 3137 kg de MS ha^{-1} e/ou 6,7 – 14,7 cm; e alta MF ≥ 3138 kg de MS ha^{-1} e/ou $\geq 14,8$ cm. Nos Campos de Altitude, baixa MF ≤ 3060 kg de matéria seca (MS) ha^{-1} e/ou $\leq 9,6$ cm de altura do dossel; média MF = 3061 – 6245 kg de MS ha^{-1} e/ou 9,7 – 15,3 cm; e alta MF ≥ 6246 kg de MS ha^{-1} e/ou $\geq 15,3$ cm.

O acúmulo de matéria seca (MS) ha^{-1} mês^{-1} foi avaliado através de três gaiolas de exclusão por condição pastoril pela metodologia de duplo emparelhamento (KLINGMAN; MILES; MOTT, 1943). A medida da MF inicial foi feita de forma direta, através do corte da MF total acima do nível do solo, contida em três quadros de 0,25 m^2 por condição pastoril. Após o corte, as amostras de forragem foram secas em estufa de circulação de ar forçada a 60°C por no mínimo 72 h, pesadas e seus valores calculados para kg de MS ha^{-1} . Anterior ao corte da MF tomou-se a média de cinco pontos aleatórios de altura do pasto (cm) dentro do quadro com uso de um *ward-stick* (BARTHURAM, 1985).

Para a ferramenta de orçamentação forrageira, a descrição da classificação das condições pastoris foi gerada separadamente para o bioma Pampa (região da Campanha, Depressão Central, Serra do Sudeste e Litoral) e Campos de Altitude (região dos Campos de Cima da Serra). Para isso, utilizou-se as médias da MF, altura do pasto e do desvio padrão entre as condições pastoris. O acúmulo de forragem (kg de MS ha^{-1} mês^{-1}) por região fisiográfica foi gerado pela média dos dados dos municípios que compõe a região. Como complemento da descrição, indicou-se algumas espécies de maior contribuição para cada condição pastoril levantadas através de um BOTANAL realizado em outubro de 2019 nas áreas de pesquisa.

2.2 Levantamento da demanda de forragem

O levantamento de dados da demanda forrageira para compor o protótipo foi consultado no *Nutrient Requirements of Beef Cattle* (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2000) para a espécie bovina, *Nutrient Requirements of Small Ruminants* (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2007) para espécie ovina e *Nutrient Requirements of Horses* (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1989) para a espécie equina. Foram retirados e adaptados os valores de consumo médio diário de MS em percentual do peso vivo para cada categoria animal.

2.3 Planejamento tático

Para exemplificar o planejamento tático, realizou-se uma orçamentação forrageira para duas distintas condições pastoris (baixa MF e alta MF) considerando-se os dados de produção e demanda forrageira de uma propriedade típica da região da Campanha. A cobertura de forragem inicial considerada foi de 775 e 3.915 kg de MS mês⁻¹ para condição pastoril de baixa e alta MF, respectivamente. Essas estimativas levaram em consideração uma área de 150 hectares destinada a recria de gado de corte (terneiro (a) = 180 kg de peso vivo (PV) médio; novilho (a) = 280 kg de PV médio) e produção ovina ciclo completo (carneiro = 90 kg de PV médio; Ovelha = 60 kg de PV médio; Borrego (a) = 35 kg de PV médio; Cordeiro (a) = 15 kg de PV médio). A lotação foi de 150 bovinos, 400 ovinos e 10 equinos (450 kg de PV médio) aproximadamente.

3 Resultados e Discussão

3.1 Produção e demanda de forragem

A missão do orçamento forrageiro é garantir o equilíbrio adequado entre produção e demanda de matéria seca de forragem, subsidiando a realização do planejamento alimentar da propriedade com aumento da produtividade, desempenho animal e eficiência de utilização das pastagens (CAVALCANTE, 2015).

A ferramenta de orçamentação forrageira dos Campos Sulinos consiste em três etapas: produção de forragem (quantidade de forragem disponível), demanda de

ferragem (necessidade de ferragem pelos rebanhos) e planejamento tático (baseado no saldo da diferença entre produção e demanda de ferragem). Na primeira etapa deve-se identificar a localização da propriedade (município e região fisiográfica) para a classificação da condição pastoril (baixa MF, média MF ou alta MF) enquadrada nos campos do bioma Pampa ou nos Campos de Altitude (Figura 2).

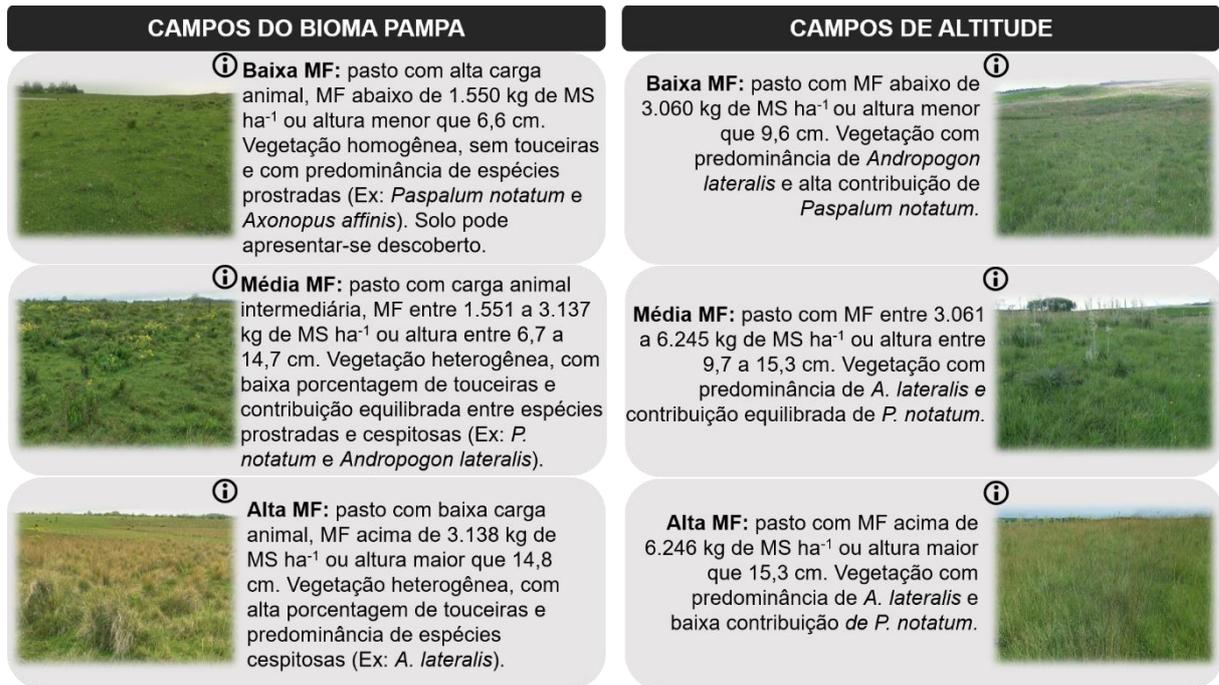


Figura 2 – Classificação das condições pastoris (determinadas pela MF) da ferramenta de orçamentação forrageira para os campos do bioma Pampa (região da Campanha, Depressão Central, Serra do Sudeste e Litoral) e Campos de Altitude (região dos Campos de Cima da Serra). Abreviações: MF, massa de ferragem; MS, matéria seca.

Após a classificação da condição pastoril e caracterização da MF inicial, é realizado a estimativa de acúmulo de ferragem (kg de MS ha⁻¹ mês⁻¹) da pastagem natural ao longo do ano conforme a região fisiográfica da propriedade (Figura 3). Na Campanha (Aceguá, Alegrete e Lavras do Sul), a média anual de acúmulo de ferragem para baixa, média e alta MF foi de 379, 692 e 664 kg de MS ha⁻¹ mês⁻¹, respectivamente. A maior estimativa foi observada entre os meses de novembro a março, com média de 806 kg de MS ha⁻¹ mês⁻¹ e o menor acúmulo foi entre os meses de abril a agosto com média de 325 kg de MS ha⁻¹ mês⁻¹.

Na Depressão Central (Eldorado do Sul), a média anual de acúmulo de forragem para baixa, média e alta MF foi de 314, 675 e 911 kg de MS ha⁻¹ mês⁻¹, respectivamente. A maior estimativa foi observada entre os meses de novembro a fevereiro, com média de 877 kg de MS ha⁻¹ mês⁻¹ e o menor acúmulo foi nos meses de maio e julho com média de 75 kg de MS ha⁻¹ mês⁻¹.

A Serra do Sudeste (Encruzilhada do Sul) não apresentou níveis de alta MF ao longo do ano. A média anual de acúmulo de forragem para baixa e média MF foi de 372 e 549 kg de MS ha⁻¹ mês⁻¹, respectivamente. A maior estimativa foi observada entre os meses de agosto a fevereiro, com média de 618 kg de MS ha⁻¹ mês⁻¹ e o menor acúmulo foi entre os meses de março a julho com média de 261 kg de MS ha⁻¹ mês⁻¹, com acúmulo nulo no mês de julho.

O Litoral (Tavares) não apresentou níveis de baixa MF. A média anual de acúmulo de forragem para média e alta MF foi de 596 e 895 kg de MS ha⁻¹ mês⁻¹, respectivamente. A maior estimativa foi observada entre os meses de setembro a janeiro, com média de 852 kg de MS ha⁻¹ mês⁻¹, com um pico no mês de junho (1.254 kg de MS ha⁻¹ mês⁻¹) e o menor acúmulo foi nos meses de julho e agosto com média de 441 kg de MS ha⁻¹ mês⁻¹.

Nos Campos de Cima da Serra (Jaquirana, São Francisco de Paula e Vacaria), a média anual de acúmulo de forragem para baixa, média e alta MF foi de 1.111, 1.193 e 1.302 kg de MS ha⁻¹ mês⁻¹, respectivamente. A maior estimativa foi observada entre os meses de setembro a fevereiro, com média de 1.504 kg de MS ha⁻¹ mês⁻¹, com um pico em junho (1.175 kg de MS ha⁻¹ mês⁻¹) e o menor acúmulo foi nos meses de março, maio e julho com média de 735 kg de MS ha⁻¹ mês⁻¹.

Importante ressaltar que as condições climáticas no ano de 2019 permitiram um bom crescimento vegetal, com condições hídricas não limitantes (Apêndice B). A precipitação média anual no bioma Pampa (1396 mm) foi próxima as normais (1528 mm). Nos Campos de Altitude a precipitação média anual foi de 1850 mm, superior as normais (1746 mm). Para compor a base de dados da ferramenta, ainda se faz necessário a continuação das coletas de dados abrangendo outros anos, principalmente em condições climáticas contrastantes.

O cálculo da produção de forragem mensalmente foi composto da seguinte maneira: quantidade de MS mês⁻¹ = [nº de ha x (MF inicial + acúmulo de MS ha⁻¹ mês⁻¹)]. Exemplificando, com uma área de 25 ha em condição pastoril de média MF (2.345 kg de MS ha⁻¹), durante o mês de janeiro (31 dias) na região da campanha (acúmulo

de 928 kg de MS ha⁻¹ mês⁻¹), utilizando-se da equação, encontra-se que a produção de forragem no mês de janeiro será de 81.825 kg de MS = [25 x (2.345 + 928)].

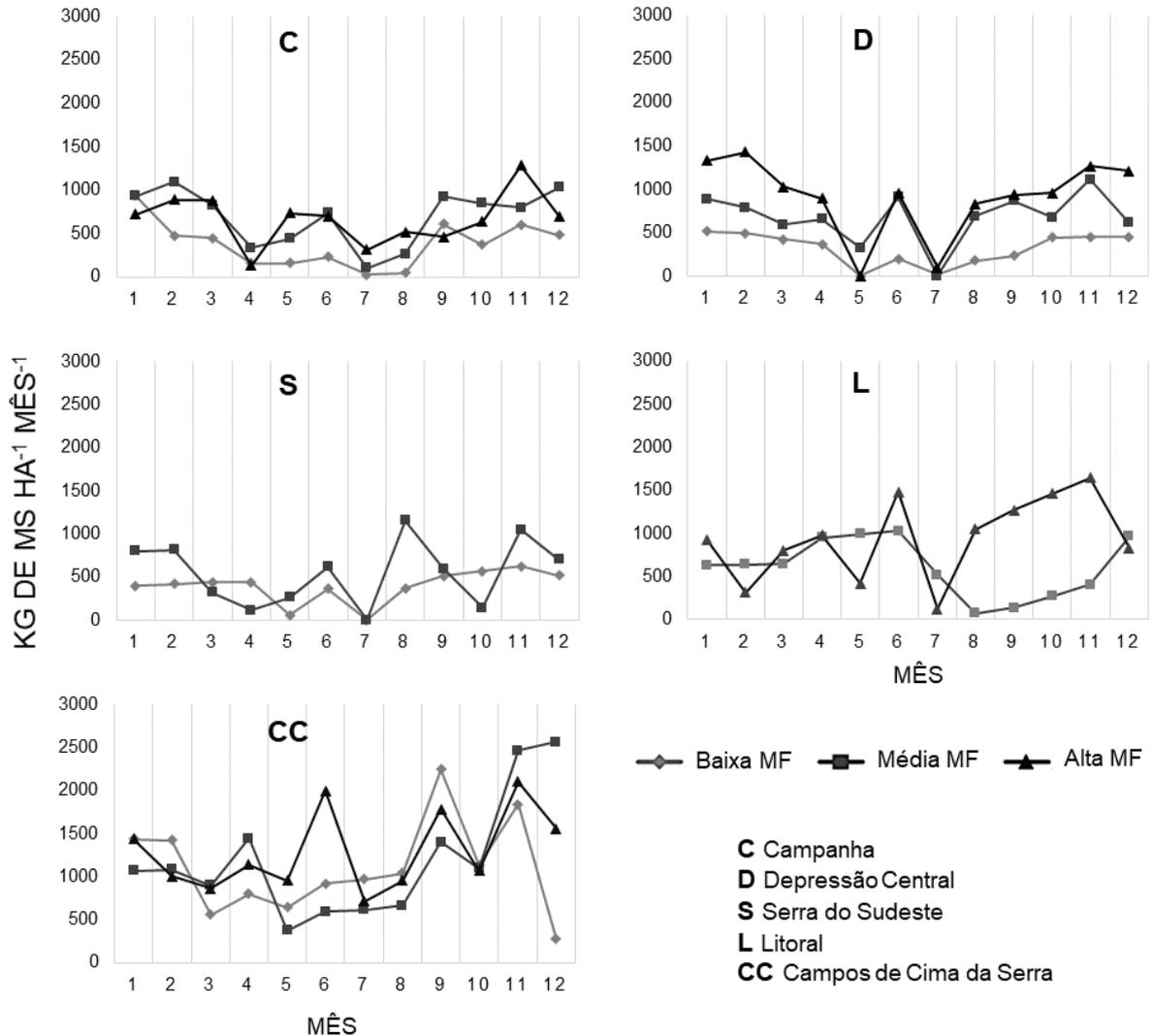


Figura 3 – Acúmulo de forragem (kg de MS ha⁻¹ mês⁻¹) de distintas condições pastoris (baixa MF, média MF e alta MF) da região da Campanha (C), Depressão Central (D), Serra do Sudeste (S), Litoral (L) e Campos de Cima da Serra (CC) do Rio Grande do Sul. Abreviações: MF, massa de forragem; MS, matéria seca. Nota: dados dos municípios de Aceguá (C), Alegrete (C), Lavras do Sul (C), Eldorado do Sul (D), Encruzilhada do Sul (S), Jaquirana (CC), São Francisco de Paula (CC) e Vacaria (CC) no ano de 2019.

Na segunda etapa, realizou-se o levantamento do consumo de matéria seca (CMS) diário dos animais com base em percentual do peso vivo (PV) de cada espécie

e categoria animal (Tabela 1). O CMS diário da espécie bovina foi em média de 2,3% do PV, de ovinos 2,9% e de equinos 1,9%. Estes valores podem variar de acordo com o modelo de produção e a categoria (CAVALCANTE, 2015). Para que se obtenha a máxima ingestão de MS pelo animal, possibilitando que ele selecione sua dieta, é necessário disponibilizar cerca de quatro a cinco vezes mais do que a capacidade de CMS diário (NABINGER, 2006).

Nesse sentido, para o cálculo da demanda de forragem foi utilizada a seguinte equação: quantidade de MS necessária $\text{mês}^{-1} = [\text{n}^\circ \text{ de animais} \times (\text{PV} \times \% \text{ de CMS diário} \times 4) \times \text{n}^\circ \text{ de dias do mês}]$. Exemplificando, com 50 novilhos (2,4% de CMS) de 250 kg de PV cada, durante o mês de janeiro (31 dias), demandaria uma quantidade mensal de forragem de 37.200 kg de MS = $[50 \times (250 \times 0,024 \times 4) \times 31]$. Dados de CMS de outras espécies de animais presentes nos rebanhos do RS podem ser adicionados futuramente ao banco de dados da ferramenta, conforme a demanda das propriedades rurais.

Tabela 1 – Consumo diário de matéria seca (CMS) em percentual do peso vivo (PV) de bovinos, ovinos e equinos de acordo com a categoria animal.

Espécie	Categoria	Intervalo CMS (% do PV)	Média CMS (% do PV)
Bovinos			
	Touro	1,9 - 2,6	2,3
	Vaca (vazia)	1,8 - 2,1	2,0
	Vaca (gestação)	1,6 - 2,8	2,2
	Vaca (lactação)	2,2 - 3,1	2,7
	Novilho (a)	1,9 - 2,9	2,4
	Terneiro (a)	2,1 - 2,9	2,5
	Boi	1,8 - 2,1	2,0
Ovinos			
	Carneiro	3,0 - 4,5	3,8
	Ovelha (vazia)	1,4 - 1,9	1,7
	Ovelha (gestação)	1,7 - 2,9	2,3
	Ovelha (lactação)	2,2 - 4,8	3,5
	Borrego (a)	2,0 - 4,0	3,0
	Cordeiro (a)	3,0 - 6,0	4,5
	Capão	1,4 - 1,9	1,7
Equinos			
	Garanhão	1,35 - 1,80	1,6
	Égua (gestação)	1,35 - 1,80	1,6
	Égua (lactação)	1,80 - 2,70	2,3
	Potro (a) (0-1 ano)	1,80 - 3,15	2,5
	Potro (a) (1-2 ano)	1,57 - 2,25	1,9

Equino (trabalho)	1,35 - 2,70	2,0
Equino (manutenção)	1,35 - 1,80	1,6

Fonte: adaptado do NRC, 2000; NRC, 2007; NRC, 1989.

Na Figura 4, é possível verificar a planilha demonstrativa de orçamentação forrageira dos Campos Sulinos. A partir da soma da quantidade de forragem disponível de cada condição pastoril e da soma da quantidade de demanda de forragem de cada espécie e categoria animal, têm-se a relação mensal entre produção e demanda de forragem das pastagens naturais. Com isso, subtraindo-se demanda da produção de forragem, obtém-se o saldo forrageiro mensal para a realização do planejamento tático.

ORÇAMENTAÇÃO FORRAGEIRA ANUAL DOS CAMPOS SULINOS															
Dados Básicos	Propriedade: (nome da propriedade)														
	Localização: (cidade e região)														
	Tamanho da propriedade: (quantidade de ha)														
PRODUÇÃO DE FORRAGEM															
PASTAGEM NATURAL				JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Classificação da Condição Pastoral	Baixa MF (ha):			j											
	Média MF (ha):														
	Alta MF (ha):														
(P) Soma da Quantidade de Forragem Disponível															
DEMANDA DE FORRAGEM															
REBANHO				JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Categoria		Nº de animais	Peso												
Bovinos	Touro:			i											
	Vaca (vazia):														
	Vaca (gestação):														
	Vaca (lactação):														
	Novilho(a):														
	Terneiro(a):														
Boi:															
Ovinos	Cameiro:														
	Ovelha (vazia):														
	Ovelha (gestação):														
	Ovelha (lactação):														
	Borrego(a):														
	Cordeiro(a):														
Capão:															
Equinos	Garanhão:														
	Égua (gestação):														
	Égua (lactação):														
	Potro(a) (0-1 ano):														
	Potro(a) (1-2 ano):														
	Equino (trabalho):														
Equino (manutenção):															
(D) Soma da Quantidade de Demanda de Forragem															
PLANEJAMENTO TÁTICO															
Saldo da Quantidade de Forragem Disponível = P - D				JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ

Figura 4 – Planilha demonstrativa da ferramenta de orçamentação forrageira anual dos Campos Sulinos. Abreviações: MF, massa de forragem; $j = [n^{\circ} \text{ de ha} \times (\text{MF inicial} + \text{acúmulo de matéria seca ha}^{-1} \text{ mês}^{-1})]$; $i = [n^{\circ} \text{ de animais} \times (\text{peso vivo} \times \% \text{ de consumo de matéria seca diário} \times 4) \times n^{\circ} \text{ de dias do mês}]$.

Importante ressaltar que os resultados gerados pela ferramenta são estimativas e podem sofrer variações ao longo do ano. Com isso, a análise dos resultados gerados pela orçamentação forrageira deve ser avaliada de maneira coerente pelo responsável da tomada de decisão (BARIONI et al., 2006).

3.2 Planejamento tático

O planejamento tático relacionado aos recursos forrageiros têm horizonte igual ou inferior a um ano, estabelecendo estimativas da produção e demanda de forragem em uma determinada área ou piquete e metas para taxa de lotação e produtividade animal (BARIONI et al., 2006). Para este planejamento, deve-se atentar para o saldo final de forragem da pastagem natural gerado pelo relatório mensal (Figuras 5 e 6). Se for positivo, significa que há forragem excedente. Nesse caso, o produtor ou técnico responsável podem adotar as seguintes estratégias: elevar a taxa de lotação, aumentando o número de animais do rebanho; realizar o corte do pasto nativo e conservar na forma de feno; realizar diferimento do piquete para períodos críticos; arrendar a área por um determinado período; ou até mesmo vender o excedente de pasto.

Se o saldo for negativo, significa que a forragem está deficitária. Nesse caso, o produtor ou técnico podem seguir as seguintes estratégias: diminuir a taxa de lotação, vendendo animais excedentes do rebanho ou arrendando outras áreas; realizar o melhoramento do campo nativo (correção do solo, adubação e introdução de espécies de inverno); implantar pastagens cultivadas de verão ou inverno (dependendo do período de déficit de forragem); produzir ou comprar outras fontes de forragem (feno e silagem); fornecer outras fontes de alimento concentrado como alternativa para reduzir a quantidade de pasto nativo necessário. Para saldos nulos (0 kg de MS mês⁻¹) a estimativa de forragem está no limite, sendo necessário ficar atento principalmente as estratégias de forragem deficitária.

O resultado do relatório mensal gerado pela ferramenta de orçamentação forrageira para uma condição pastoril de baixa MF (775 kg de MS mês⁻¹) nos Campos Sulinos (região da Campanha) está apresentado na Figura 5. Nota-se que ocorrerá déficit de forragem nos meses de abril, julho e agosto. Como estratégia, pode-se realizar o diferimento de uma área de 25 ha no período de fevereiro a março que há forragem excedente para suprir o déficit forrageiro do mês de abril. Assim como, estima-se a implantação de 17,5 ha de pastagem de inverno (Aveia preta - *Avena strigosa* Schreb) em maio para ser utilizado nos meses de julho a agosto, considerando um acúmulo mensal de 1.100 kg de MS ha⁻¹ e MF inicial de 1.500 kg de MS ha⁻¹ para pastagem de aveia preta. No restante dos meses em que há forragem excedente pode-se realizar o corte para fenação.

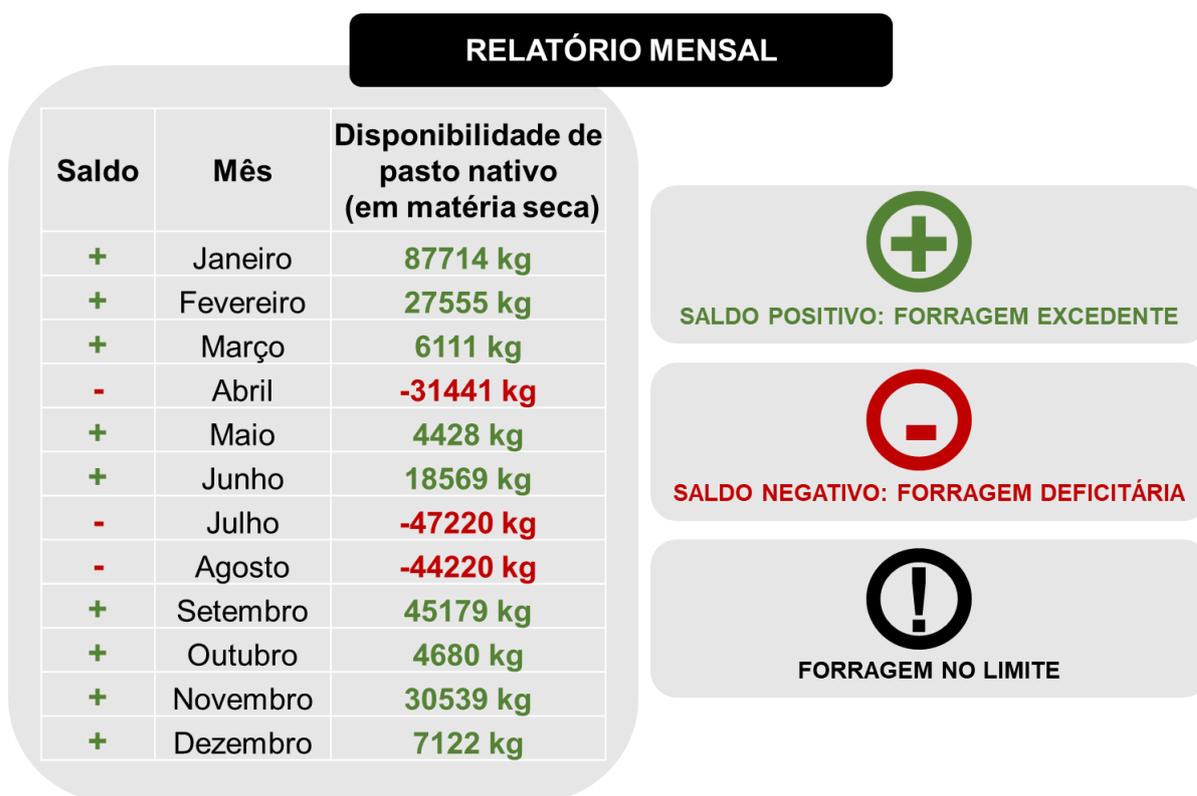


Figura 5 – Relatório mensal da ferramenta de orçamentação forrageira com o saldo de forragem para a realização do planejamento tático, em condição pastoril de baixa massa de forragem nos Campos Sulinos.

Na Figura 6, pode-se verificar o relatório mensal gerado pela ferramenta de orçamentação forrageira para uma condição pastoril de alta MF (3.915 kg de MS mês⁻¹) nos Campos Sulinos (Campanha). Neste caso, nota-se que em todos os meses do ano haverá sobra de forragem. Como estratégia, pode-se realizar o arrendamento de aproximadamente 70% da área da propriedade (105 ha) ou cortar a forragem excedente para fabricação de feno.

A única diferença entre os dois relatórios apresentados foi a quantidade de MF inicial e conseqüentemente o acúmulo de forragem mensal das pastagens naturais. Isso demonstra a importância da manutenção de níveis adequados de MF (≥ 1.551 kg de MS ha⁻¹) para maximizar a produção primária dos Campos Sulinos e garantir forragem em quantidade aos animais ao longo do ano.

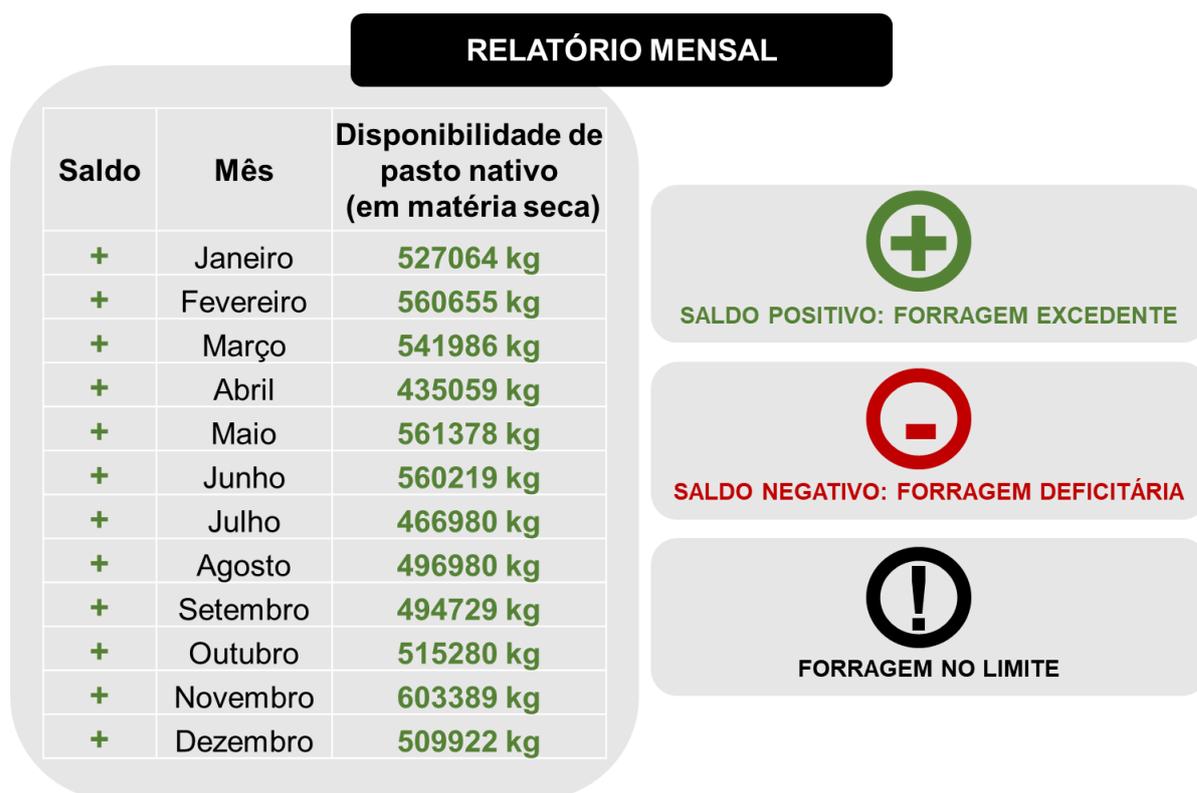


Figura 6 – Relatório mensal da ferramenta de orçamentação forrageira com o saldo de forragem para a realização do planejamento tático, em condição pastoril de alta massa de forragem nos Campos Sulinos.

Ambos relatórios evidenciam a importância da ferramenta de orçamentação forrageira para o planejamento tático nos Campos Sulinos, com estimativas da produção e demanda forrageira que auxiliarão o processo de tomada de decisão de técnicos e produtores quanto ao planejamento alimentar das propriedades rurais.

Importante ressaltar que o orçamento forrageiro não leva em consideração as variações dos aspectos qualitativos das pastagens naturais ao longo do ano. Com isso, visando o melhor aproveitamento da forragem pelo animal em períodos de baixa qualidade forrageira, o uso de suplementação pode ser indicado. Além disso, o planejamento deve ser realizado no começo de cada ano, podendo ser adequado ao longo dos meses. É fundamental a assessoria de um técnico, principalmente na primeira vez em que o produtor fizer a adoção da ferramenta e realizar o planejamento tático da propriedade (CAVALCANTE, 2015).

4 Conclusões

A ferramenta de orçamentação forrageira, gerado através de dados de produção primária desse estudo, é um primeiro passo para a adequação da oferta de forragem com a demanda alimentar dos animais. Essa ferramenta tem um grande potencial para ajustar a produção animal em pastagens naturais, auxiliando na manutenção dos sistemas pastoris economicamente sustentáveis.

Em decorrência da variação sazonal de produção de forragem nativa observada nas diferentes regiões fisiográficas dos Campos Sulinos, a incorporação de uma maior quantidade de dados para a calibração e validação desta ferramenta é necessário e a tornará mais robusta.

O protótipo gerado pode ser utilizado para a construção de uma ferramenta móvel (aplicativo) de orçamento forrageiro, disponibilizando e facilitando o uso desta ferramenta de gestão das pastagens naturais em diferentes locais do mundo.

Referências Bibliográficas

BARIONI, L. G. et al. **Planejamento alimentar e ajustes de taxa de lotação em fazendas de pecuária de corte**. II SIMBOI - Simpósio sobre Desafios e Novas Tecnologias na Bovinocultura de Corte. **Anais...**Brasília, DF: 2006

BARIONI, L. G.; TONATO, F.; ALBERTINI, T. Z. **Orçamentação forrageira: revisitando os conceitos e atualizando as ferramentas**. Simpósio de Manejo da Pastagem. **Anais...**2011

BARTHAM, G. T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: **Hill Farming Research Organization**. [s.l: s.n.]. p. 29–30.

CARVALHO, P. C. F.; BATELLO, C. Access to land, livestock production and ecosystem conservation in the Brazilian Campos biome: The natural grasslands dilemma. **Livestock Science**, v. 120, n. 1–2, p. 158–162, jan. 2009.

CAVALCANTE, A. C. R. **Orçamento Forrageiro Anual: orientações para o planejamento do uso de recursos forrageiros disponíveis na propriedade rural**. Sobral, CE: [s.n.].

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Pecuária Municipal (PPM)**. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, 2018.

KLINGMAN, D. L.; MILES, S. R.; MOTT, G. O. The Cage Method for Determining Consumption and Yield of Pasture Herbage 1. **Agronomy Journal**, v. 35, n. 9, p.

739–746, 1943.

MAPBIOMAS. **Mapeamento Anual da Cobertura e Uso da Terra no Brasil (1985 - 2020)**. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/>>.

NABINGER, C. **Manejo e produtividade das pastagens nativas do subtropico brasileiro**. (M. Dall’Agnol et al., Eds.) SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS. **Anais...**Porto Alegre: Canoas: ULBRA, 2006

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Horses**. Washington, DC: National Academy Press, 1989.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7th Revised ed. Washington, DC: National Academy Press, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**. Sheep, Goat ed. Washington, DC: The National Academy Press, 2007.

SILVEIRA, V. C. P. et al. Qualidade da pastagem nativa obtida por diferentes métodos de amostragem e em diferentes solos na Apa do Ibirapuitã, Brasil. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 582–588, 2005.

Apêndices

Apêndice A – Localização dos municípios e suas respectivas regiões fisiográficas para o levantamento de dados da ferramenta de orçamentação forrageira dos Campos Sulinos (biomas Pampa e Mata Atlântica).

Município / Região	Coordenadas geográficas	Altitude
<i>Bioma Pampa</i>		
Aceguá / Campanha	31°38'55,0" S e 54°09'26,0" W	167 m
Alegrete / Campanha	30°04'09,0" S e 55°59'28,0" W	185 m
Eldorado do Sul / Depressão Central	30°06'09,4" S e 51°40'56,0" W	46 m
Encruzilhada do Sul / Serra do Sudeste	30°23'28,1" S e 52°28'02,3" W	200 m
Lavras do Sul / Campanha	30°41'55,0" S e 53°58'12,0" W	330 m
Tavares / Litoral	31°23'38,0" S e 51°9'22,3" W	3 m
<i>Bioma Mata Atlântica</i>		
Jaquirana / Campos de Cima da Serra	29°05'43,0" S e 50°22'02,0" W	815 m
São Francisco de Paula / C. de C. da Serra	29°23'35,0" S e 50°14'26,0" W	900 m
Vacaria / Campos de Cima da Serra	28°11'08,19" S e 51°01'56,40" W	970 m

Baixa MF	396	375	426	204	117	81	78	0	336	153	288	138
Média MF	735	1341	1230	87	231	531	45	258	591	1125	495	819
Alta MF	885	747	582	255	609	0	258	216	756	591	1212	531
<i>Lavras do Sul (Campanha)</i>												
Baixa MF	1341	567	-	87	195	234	0	0	1110	768	1014	663
Média MF	1137	1065	-	351	483	555	258	207	1404	1089	1137	1272
Alta MF	267	888	1557	117	717	798	642	933	471	-	1764	987
<i>Eldorado do Sul (Depressão Central)</i>												
Baixa MF	513	492	421	369	0	201	21	177	231	444	447	447
Média MF	888	786	591	654	324	906	0	690	864	675	1113	609
Alta MF	1329	1425	1026	894	0	957	102	831	936	957	1266	1212
<i>Encruzilhada do Sul (Serra do Sudeste)</i>												
Baixa MF	396	-	441	438	57	360	0	372	513	-	624	516
Média MF	804	816	318	117	267	615	0	1155	597	144	1053	705
Alta MF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tavares (Litoral)</i>												
Baixa MF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média MF	633	-	648	954	-	1026	522	72	138	-	405	966
Alta MF	933	315	804	978	420	1482	123	1047	1269	-	1647	828
<i>Jaquirana (Campos de Cima da Serra)</i>												
Baixa MF	1803	957	852	903	867	834	579	2061	2628	945	2607	-
Média MF	1377	1089	1227	1239	0	0	1113	882	1647	930	2877	-
Alta MF	1164	1305	0	936	906	2178	1227	1092	1791	-	2646	1431
<i>São Francisco de Paula (Campos de Cima da Serra)</i>												
Baixa MF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Média MF	591	681	1368	945	0	1149	177	834	447	1254	-	2307
Alta MF	1365	1386	1149	1347	291	2331	405	828	-	1116	1698	1806
<i>Vacaria (Campos de Cima da Serra)</i>												
Baixa MF	1083	1896	273	699	423	1017	1362	30	1869	1332	1089	279
Média MF	1239	1497	114	2163	1137	651	558	291	2115	1125	2058	2832
Alta MF	1803	339	1446	-	1677	1488	516	-	-	1032	1977	1446

Abreviações: MF, massa de forragem; MS, matéria seca.

4 Considerações Finais

A composição de espécies e a produção primária (quantitativa e qualitativa) das pastagens naturais variaram entre as diferentes condições pastoris (determinadas pela massa de forragem) dos Campos Sulinos do Brasil, e sua avaliação gerou dados para a construção de um protótipo de ferramenta de orçamentação forrageira para as pastagens naturais do sul do país.

Os padrões de vegetação são modificados pelos níveis de massa de forragem, sendo possível relacionar estes níveis com a composição de espécies. O aumento da massa de forragem altera a diversidade entre as famílias botânicas, principalmente com o aumento das espécies de Poaceae. *Axonopus affinis* e *Paspalum notatum* são mais abundantes em baixos níveis de massa de forragem, em contraste com *Andropogon lateralis*, que predomina em altas massas de forragem. Gramíneas com estratégia ecológica de captura de recursos predominam em menores níveis de massa de forragem, enquanto espécies de conservação de recursos predominam em níveis mais altos.

A condição pastoril representada pela massa de forragem residual altera a produção primária e modifica o valor nutritivo dos Campos Sulinos. Com a elevação do nível de massa de forragem ocorre um aumento da taxa de acúmulo diária da pastagem natural e uma diminuição do seu valor nutritivo. Durante o período de primavera e verão as pastagens naturais apresentam maior taxa de acúmulo diária e melhor valor nutritivo do pasto.

Foi possível gerar um protótipo de ferramenta para orçamentação forrageira em pastagens naturais que vai ser de suma importância para a definição do planejamento alimentar das propriedades rurais dos Campos Sulinos. Como ocorre uma variação sazonal de produção de forragem nas diferentes regiões fisiográficas do sul do Brasil, a incorporação de mais dados irão auxiliar na calibração e validação desta ferramenta.

Por fim, os resultados gerados nesta tese permitirão a melhoria do processo gerencial das propriedades rurais, principalmente em regiões subtropicais, reduzindo os riscos de perda de produtividade pelas condições adversas, juntamente com a preservação das pastagens naturais. Espera-se que este trabalho tenha um grande impacto na consolidação da produção animal em sistemas pastoris, promovendo um grande incentivo através de ferramentas para o correto planejamento alimentar dos rebanhos e para produção sustentável da pecuária.

REFERÊNCIAS

- BARIONI, L. G. *et al.* Planejamento alimentar e ajustes de taxa de lotação em fazendas de pecuária de corte. *In: SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE – SIMBOI*, 2., 2006, Brasília, DF. **Anais [...]**. Brasília, DF: Faculdade UPIS, Departamento de Zootecnia, 2006. [p. 1-31].
- BARIONI, L. G.; MARTHA JÚNIOR, G. B. **Método para estimar o tamponamento nutricional para vacas de corte em sistemas pastoris**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 100).
- BARIONI, L. G.; TONATO, F.; ALBERTINI, T. Z. Orçamentação forrageira: revisitando os conceitos e atualizando as ferramentas. *In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM*, 26., 2011, Piracicaba. **Anais [...]**. Piracicaba: FEALQ, 2011. p. 71- 96.
- BOLDRINI, I. I. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. **Boletim do Instituto de Biociências/UFRGS**, Porto Alegre, n. 56, p. 1-39, 1997.
- BOLDRINI, I. I. Biodiversidade dos campos sulinos. *In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL*, 1., 2006, Porto Alegre. **Anais [...]**. Canoas: Ed. Ulbra, 2006. p. 11-24.
- BOLDRINI, I. I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. *In: PILLAR, V. D. P. et al.* (ed.). **Campos sulinos**. Brasília, DF: MMA, 2009. p. 63-77.
- BOLDRINI, I. I.; OVERBECK, G. E.; TREVISAN, R. Biodiversidade de plantas. *In: PILLAR, V. D. P.; LANGE, O.* (ed.). **Os campos do sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos - UFRGS, 2015. p. 51-60.
- CARÁMBULA, M. **Pasturas naturales mejoradas**. Montevideo: Hemisfério Sur, 1997.
- CARVALHO, P. C. F. *et al.* Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. *In: MATTOS, Wilson Roberto Soares* (org.). **Anais da XXXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. v. 1, p. 853-871.
- CARVALHO, P. C. F. *et al.* (ed.). **Nativão: + de 30 anos de pesquisa em campo nativo**. Porto Alegre: Via Pampa, 2019.
- CARVALHO, P. C. F. *et al.* Produção animal no Bioma Campos Sulinos. **Brazilian Journal of Animal Science**, João Pessoa, v. 35, p. 156–202, 2006.
- CARVALHO, P. C. F.; BATELLO, C. Access to land, livestock production and ecosystem conservation in the Brazilian Campos biome: the natural grasslands dilemma. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 120, n. 1/2, p. 158–162, Jan. 2009.

CAVALCANTE, A. C. R. **Orçamento forrageiro anual: orientações para o planejamento do uso de recursos forrageiros disponíveis na propriedade rural.** Sobral, CE: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2015.

CAVALCANTE, A. C. R.; GONÇALO FILHO, F.; ANGELO, I. Uso do orçamento forrageiro em abordagem participativa para produção de caprinos no Bioma Caatinga. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS NATURAIS DO SEMIÁRIDO – SBRNS, 1., 2013, Iguatu, CE. Anais [...].* Iguatu, CE: IFCE, Campus Iguatu, 2013. [p. 1-6].

CHOMENKO, L.; BENCK, G. A. **Nosso pampa desconhecido.** Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 2016.

COELHO FILHO, R. C.; QUADROS, F. L. F. Produção animal em misturas forrageiras de estação fria sobressemeadas em pastagem natural. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 250–256, 1995.

CRAWSHAW, D. *et al.* Caracterização dos campos sul-rio-grandenses : uma perspectiva da ecologia da paisagem. **Boletim Gaúcho de Geografia**, Porto Alegre, v. 33, n. 1, p. 233–252, dez. 2007.

FONTOURA JÚNIOR, J. A. S. *et al.* Produção animal em pastagem nativa submetida ao controle de plantas indesejáveis e a intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 1, p. 247–252, fev. 2007.

FORTES, A. B. **Geografia física do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Globo, 1959.

GARAGORRY, F. C. *et al.* Dinâmica vegetacional em pastagem natural e pastagem sobresemeada com espécies de estação fria com e sem o uso de herbicida. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 123–129, 2008.

GONÇALVES, E. N. *et al.* Plant-animal relationships in pastoral heterogeneous environment: process of herbage intake. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 9, p. 1655–1662, 2009.

GONÇALVES, G. V. B. *et al.* Pecuária sustentável: visão do Bioma Pampa. *In: SEMINÁRIO DE GESTÃO AMBIENTAL NA AGROPECUÁRIA, 3., 2012, Bento Gonçalves. Anais [...].* Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012. [p. 1-7].

GROSSMAN, J.; MOHRDIECK, K. H. **Experimentação forrageira do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Diretoria da Produção Animal, 1956. p. 115–122.

HASENACK, H. *et al.* **Mapa de sistemas ecológicos das Savanas Uruguaias em escala 1:500.000 ou superior e relatório técnico descrevendo insumos utilizados e metodologia de elaboração do mapa de sistemas ecológicos.** Porto Alegre: UFRGS/Centro de Ecologia, The Nature Conservancy, 2010.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Biomas do Brasil - 1:5 000 000.** Rio de Janeiro: IBGE, 2004. 1 mapa. Escala 1:5

000 000. Projeção Policônica. Disponível em:
<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/15842-biomas.html?edicao=16060&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 19 jan. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Pecuária Municipal (PPM)**. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, 2018.

JOCHIMS, F. *et al.* Grazing methods and herbage allowances effects on animal performances in natural grassland grazed during winter and spring with early pregnant ewes. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 155, n. 2/3, p. 364–372, Aug. 2013.

JOCHIMS, F. *et al.* Improving forage nutritive value and botanical composition in a natural grassland using different grazing methods and herbage allowances. **Animal Production Science**, Melbourne, v. 58, n. 9, p. 1677-1685, 2017.

MAPBIOMAS. **Mapeamento anual da cobertura e uso da terra no Brasil (1985 - 2020)**: destaques Pampa: [S. l.], 2021. (MapBiomas Coleção, 6). Disponível em: https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Fact_Sheet_3.pdf. Acesso em: 30 mar. 2022.

MARASCHIN, G. E. Production potential of South America grasslands. *In*: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings of the [...]**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiza de Queiroz, 2001. [p. 5-15].

MARASCHIN, G. E. Manejo do campo nativo, produtividade animal, dinâmica da vegetação e adubação de pastagens nativas do sul do Brasil. *In*: PILLAR, V. D. P. *et al.* (ed.). **Campos sulinos**. Brasília, DF: MMA, 2012. p. 248–259.

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, jun. 2012.

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, 2002.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961.

NABINGER, C. Manejo e produtividade das pastagens nativas do subtropical brasileiro. *In*: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, 1., 2006, Porto Alegre. **Anais [...]**. Canoas: Ed. Ulbra, 2006. p. 1-35.

NABINGER, C.; CARVALHO, P. C. F. Ecofisiología de sistemas pastoriles: aplicaciones para su sustentabilidad. **Agrociencia**, [Montevideo], v. 13, n. 3, p. 18–27, 2009.

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

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

OVERBECK, G. E. *et al.* Os campos sulinos: um bioma negligenciado. *In*: PILLAR, V. D. P. *et al.* (ed.). **Campos sulinos**. Brasília, DF: MMA, 2009. p. 26-41.

OVERBECK, G. E. *et al.* Fisionomia dos campos. *In*: PILLAR, V. D. P.; LANGE, O. (ed.). **Os campos do sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos - UFRGS, 2015. p. 31-42.

PACHECO, M. F. S. D. Divisão regional do Rio Grande do Sul. **Boletim Geográfico**, Porto Alegre, n. 4, p. 7–17, 1956. Separata.

PALLARÉS, R. O.; BERRETTA, E. J.; MARASCHIN, G. E. The South American campos ecosystem. *In*: SUTTIE, J. M.; REYNOLDS, S. G.; BATELLO, C. (ed.). **Grasslands of the world**. Rome: FAO, 2005. p. 171–179.

PILLAR, V. D. P. *et al.* **Campos sulinos**. Brasília, DF: MMA, 2012.

POLI, C. H. E. C. *et al.* Ovinocultura no bioma Pampa. *In*: PILLAR, V. D. P. *et al.* (ed.). **Campos sulinos**. Brasília, DF: MMA, 2012. p. 229–236.

QUADROS, F. D.; CRUZ, P.; THEU, J. P. Uso de tipos funcionais de gramíneas como alternativa de diagnóstico da dinâmica e do manejo de campos naturais. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2006, João Pessoa. **Anais [...]**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. 1 CD ROM.

RIZO, L. M. *et al.* Desempenho de pastagem nativa e pastagem sobre-semeada com forrageiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1921–1926, 2004.

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, out. 2005.

THUROW, J. M. *et al.* Estrutura da vegetação e comportamento ingestivo de novilhos em pastagem natural do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 5, p. 818–826, maio 2009.

TONATO, F.; BARIONI, L. G.; PEDREIRA, C. G. S. Desenvolvimento de modelos preditores de acúmulo de forragem em pastagens tropicais com base em variáveis meteorológicas. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador, BA. **Anais [...]**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010. p. 1-3.

APÊNDICES

Apêndice A – Normas da revista *Rangeland Ecology & Management* utilizada para a preparação do capítulo II.

Rangeland Ecology & Management

AUTHOR INFORMATION PACK

TABLE OF CONTENTS

- Description
- Audience
- Impact Factor
- Editorial Board
- Guide for Authors

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

2020: 2.019 © Clarivate Analytics Journal Citation Reports 2021

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

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

Associate Editors

Ginger Allington, The George Washington University, Washington, District of Columbia, United States of America
Jay Angerer, Texas A&M University Blackland Research and Extension Center, Temple, Texas, United States of America

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

David Augustine, USDA-ARS Rangeland Resources Research Unit, Fort Collins, Colorado, United States of America

Jonathan Bates, USDA Agricultural Research Service, St. Paul, Minnesota, United States of America

Chad Boyd, USDA-ARS Roman L Hruska US Meat Animal Research Center, Clay Center, Nebraska, United States of America

Samuel Fuhlendorf, Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma, United States of America

Matt Germino, US Geological Survey FRESO Snake River Field Station, Boise, Idaho, United States of America

Lynn Huntsinger, University of California Berkeley, Berkeley, California, United States of America

Wenjun Li, Peking University, College of Environmental Sciences and Engineering, Department of Environmental Management, Beijing, China

Aaron Lien, The University of Arizona, Tucson, Arizona, United States of America

Pablo Manzano, Basque Center for Climate Change, Bilbao, Spain

Elisa Oteros-Rozas, Autonomous University of Madrid, Madrid, Spain

Lauren M. Porensky, USDA-ARS Rangeland Resources Research Unit, Fort Collins, Colorado, United States of America

Janet S. Prevéy, US Geological Survey, Reston, Virginia, United States of America

Milan Stankovic, University of Kragujevac, Kragujevac, Serbia

Nicholas P. Webb, USDA-ARS Range Management Research, Las Cruces, New Mexico, United States of America

C. Jason Williams, USDA-ARS Watershed Management Research Center, Boise, Idaho, United States of America

Managing Editor

Allison Grove

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 on Ethics in publishing.

Declaration of competing 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 competing interest statement using this template and upload to the submission system at the Attach/Upload Files step. Note: Please do not convert the .docx template to another file type. Author signatures are not required. If there are no interests to declare, please choose the first option in the template. 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. Content should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader; contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of age, gender, race, ethnicity, culture, sexual orientation, disability or health condition; and use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, stereotypes, slang, reference to dominant culture and/or cultural assumptions. We

advise to seek gender neutrality by using plural nouns ("clinicians, patients/clients") as default/wherever possible to avoid using "he, she," or "he/she." We recommend avoiding the use of descriptors that refer to personal attributes such as age, gender, race, ethnicity, culture, sexual orientation, disability or health condition unless they are relevant and valid. When coding terminology is used, we recommend to avoid offensive or exclusionary terms such as "master", "slave", "blacklist" and "whitelist". We suggest using alternatives that are more appropriate and (self-) explanatory such as "primary", "secondary", "blocklist" and "allowlist". These guidelines are meant as a point of reference to help identify appropriate language but are by no means exhaustive or definitive.

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 a '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 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 <http://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 xxx, yyy]; 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.

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>.

Reference to software:

Coon, E., Berndt, M., Jan, A., Syvatsky, D., Atchley, A., Kikinon, E., Harp, D., Manzini, G., Shelef, E., Lipnikov, K., Garimella, R., Xu, C., Moulton, D., Karra, S., Painter, S., Jafarov, E., & Molins, S., 2020. *Advanced Terrestrial Simulator (ATS) v0.88 (Version 0.88)*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3727209>.

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 a data article published in Data in Brief. A data article is a new kind of article that ensures that your data are actively reviewed, curated, formatted, indexed, given a DOI and made publicly available to all upon publication (watch this video describing the benefits of publishing your data in Data in Brief). You are encouraged to submit your data 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, published open access and linked to your research article on ScienceDirect. Please note an open access fee 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 data article.

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>

Apêndice B – Normas da revista *Grass and Forage Science* utilizada para a preparação do capítulo III.

Grass and Forage Science

AUTHOR GUIDELINES

Announcement - Online Publication from 2022

Grass and Forage Science will be published in online-only format effective with the 2022 volume. This is a proactive move towards reducing the environmental impact caused by the production and distribution of printed journal copies and will allow the journal to invest in further innovation, digital development and sustainability measures. Published articles will continue to be disseminated quickly through the journal's broad network of indexing services, including ISI, MEDLINE and Scopus. Articles will also continue to be discoverable through popular search engines such as Google. All colour images will now be reproduced digitally and published free of charge.

Sections

Submission and Peer Review Process

Article Types

After Acceptance

Appendix

1. Submission and Peer Review Process

Once the submission materials have been prepared in accordance with the Author Guidelines, manuscripts should be submitted online at <https://mc.manuscriptcentral.com/gfs>

For help with submissions, please contact: GFSeditorialoffice@wiley.com.

This journal does not charge submission fees.

Article Preparation Support

Wiley Editing Services offers expert help with English Language Editing, as well as translation, manuscript formatting, figure illustration, figure formatting, and graphical abstract design – so you can submit your manuscript with confidence.

Also, check out our resources for Preparing Your Article for general guidance about writing and preparing your manuscript.

Open Access

This journal is a subscription journal that offers an open access option. You'll have the option to choose to make your article open access after acceptance, which will be subject to an APC. You can read more about APCs and whether you may be eligible for waivers or discounts, through your institution, funder, or country waiver.

Preprint policy:

Please find the Wiley preprint policy [here](#).

This journal accepts articles previously published on preprint servers.

Grass and Forage Science will consider for review articles previously available as preprints. You may also post the submitted version of a manuscript to a preprint server at any time. You are requested to update any pre-publication versions with a link to the final published article.

Data Sharing and Data Availability

This journal encourages and peer reviews data sharing. Review Wiley's Data Sharing policy where you will be able to see and select the data availability statement that is right for your submission.

Data Citation

Please review Wiley's Data Citation policy.

Data Protection

By submitting a manuscript to or reviewing for this publication, your name, email address, and affiliation, and other contact details the publication might require, will be used for the regular operations of the publication. Please review Wiley's Data Protection Policy to learn more.

Funding

You should list all funding sources in the Acknowledgments section. You are responsible for the accuracy of their funder designation. If in doubt, please check the Open Funder Registry for the correct nomenclature.

Authorship

All listed authors should have contributed to the manuscript substantially and have agreed to the final submitted version. Review editorial standards and scroll down for a description of authorship criteria.

ORCID

This journal requires ORCID. Please refer to Wiley's resources on ORCID.

Reproduction of Copyright Material

If excerpts from copyrighted works owned by third parties are included, credit must be shown in the contribution. It is your responsibility to also obtain written permission for reproduction from the copyright owners. For more information visit Wiley's Copyright Terms & Conditions FAQ.

The corresponding author is responsible for obtaining written permission to reproduce the material "in print and other media" from the publisher of the original source, and for supplying Wiley with that permission upon submission.

Title Page

The title page should contain:

A brief informative title containing the major key words. The title should not contain abbreviations (see Wiley's best practice SEO tips);

A short running title of less than 40 characters;

The full names of the authors;

The author's institutional affiliations where the work was conducted, with a footnote for the author's present address if different from where the work was conducted;

Acknowledgments.

Main Text File

The main text file should be in Word and include:

A short informative title containing the major key words. The title should not contain abbreviations

The full names of the authors with institutional affiliations where the work was conducted, with a footnote for the author's present address if different from where the work was conducted;

Acknowledgments;

Abstract or no more than 250 words.

Up to six keywords;

Main body: formatted as introduction, materials & methods, results, discussion, conclusion

Statements for Data Availability, Funding & Conflict of Interest should be placed next to the Acknowledgements before the Reference Section.

For clinical or medical trials where the manuscript deals with medical measurements of outcomes from diets or supplements Ethics Approval and Patient Consent statements are required.

References;

Tables (each table complete with title and footnotes);

Figure legends: Legends should be supplied as a complete list in the text. Figures should be uploaded as separate files (see below).

Reference Style

This journal uses APA reference style. Review your reference style guidelines prior to submission.

Figures and Supporting Information

Figures, supporting information, and appendices should be supplied as separate files. You should review the basic figure requirements for manuscripts for peer review, as well as the more detailed post-acceptance figure requirements. View Wiley's FAQs on supporting information.

Peer Review

This journal operates under a single-blind peer review model. Papers will only be sent to review if the Editor-in-Chief determines that the paper meets the appropriate quality and relevance requirements.

In-house submissions, i.e. papers authored by Editors or Editorial Board members of the title, will be sent to Editors unaffiliated with the author or institution and monitored carefully to ensure there is no peer review bias.

Wiley's policy on the confidentiality of the review process is available [here](#).

Guidelines on Publishing and Research Ethics in Journal Articles

The journal requires that you include in the manuscript details IRB approvals, ethical treatment of human and animal research participants, and gathering of informed consent, as appropriate. You will be expected to declare all conflicts of interest, or none, on submission. Please review Wiley's policies surrounding human studies, animal studies, clinical trial registration, biosecurity, and research reporting guidelines.

This journal follows the core practices of the Committee on Publication Ethics (COPE) and handles cases of research and publication misconduct accordingly (<https://publicationethics.org/core-practices>).

This journal uses iThenticate's CrossCheck software to detect instances of overlapping and similar text in submitted manuscripts. Read Wiley's Top 10 Publishing Ethics Tips for Authors and Wiley's Publication Ethics Guidelines.

2. Article Types

Article Type	Description	Word Limit	Abstract / Structure	Other Requirements
Book Reviews	Commissioned by the Editor	1000 limit	No	

Editorial	Commissioned by the editor	Brief article to introduce a volume, issue or special issue of 800 words including references.	No	
Letter to the Editor	Correspondence about articles published in GFS or topical themes.	800 words, no more than 1 display item		

<p>Methods and Techniques Notes</p>	<p>A methods and techniques note is a paper that describes a new method or technique or a significant improvement in a recognised method. The paper should state the importance of the methodology to grassland or forage science and the situations in which it can be applied. Authors must provide sufficient details of methods and results (including controls, accuracy, precision) to allow the method to be assessed and repeated. Where possible the results of the new method or technology should be compared to existing methods.</p>	<p>Authors should make clear during submission whether the manuscript is to be considered for publication as a full paper, short communication, or methods and techniques note</p>		
<p>Original Article</p>	<p>A full-length research paper that describes novel research that is within the scope of Grass and Forage Science.</p>	<p>There is no word limit for Original Articles which should be using the following general structure:</p>	<p>Yes, Structured</p>	<p>Data Availability Statement</p>

		<p>Manuscript structure: Abstract (250 words maximum); Keywords; Introduction; Materials and Methods; Results; Discussion; Conclusion (if applicable)*; Acknowledgements (if applicable); References.</p>		
Review Article	<p>Full length review papers are welcomed.</p>	<p>Manuscript structure: Abstract (250 words maximum); keywords; Introduction; Content-appropriate headings; References</p>	<p>Yes, structured</p>	<p>Data Availability Statement</p>

Short Communications	<p>A short communication is a short paper that describes timely results from an experiment testing a novel hypothesis. The short communication is subject to the same review standards as an Original Article with the acknowledgment that the results may be more limited in scope or serve to prompt further research. A short communication may also be suitable for the publication of negative results. The format of the short communication is the same as an original article without additional subheadings, while Results & Discussion should be combined.</p>	<p>As a guide a short communication should contain a total of no more than 5 tables and figures.</p>	No	

3. After Acceptance

Wiley Author Services

When an accepted article is received by Wiley's production team, the corresponding author will receive an email asking them to login or register with Wiley Author Services. You will be asked to sign a publication license at this point as well as pay for any applicable APCs.

Copyright & Licensing

You may choose to publish under the terms of the journal's standard copyright agreement, or Open Access under the terms of a Creative Commons License.

Standard re-use and licensing rights vary by journal. Note that certain funders mandate a particular type of CC license be used. This journal uses the CC-BY/CC-BY-NC/CC-BY-NC-ND Creative Commons License.

Self-Archiving Definitions and Policies: Note that the journal's standard copyright agreement allows for self-archiving of different versions of the article under specific conditions.

Proofs

Authors will receive an e-mail notification with a link and instructions for accessing HTML page proofs online. Authors should also make sure that any renumbered tables, figures, or references match text citations and that figure legends correspond with text citations and actual figures. Proofs must be returned within 48 hours of receipt of the email.

Article Promotion Support

Wiley Editing Services offers professional video, design, and writing services to create shareable video abstracts, infographics, conference posters, lay summaries, and research news stories for your research – so you can help your research get the attention it deserves.

Author Name Change Policy

In cases where authors wish to change their name following publication, Wiley will update and republish the paper and redeliver the updated metadata to indexing services. Our editorial and production teams will use discretion in recognizing that name changes may be of a sensitive and private nature for various reasons including (but not limited to) alignment with gender identity, or as a result of marriage, divorce, or religious conversion. Accordingly, to protect the author's privacy, we will not publish a correction notice to the paper, and we will not notify co-authors of the change. Authors should contact the journal's Editorial Office with their name change request.

4. Appendix

Graphical TOC/Abstract

The journal's table of contents/abstract will be presented in graphical form with a brief abstract.

The table of contents entry must include the article title, the authors' names (with the corresponding author indicated by an asterisk), no more than 80 words or 3 sentences of text summarizing the key findings presented in the paper and a figure that best represents the scope of the paper.

Table of contents entries should be submitted to ScholarOne as 'Supplementary material for review' during the initial manuscript submission process.

The image supplied should fit within the dimensions of 50mm x 60mm and be fully legible at this size.

Resource Identification Initiative

The journal supports the Resource Identification Initiative, which aims to promote research resource identification, discovery, and reuse. This initiative, led by the Neuroscience Information Framework and the Oregon Health & Science University Library, provides unique identifiers for antibodies, model organisms, cell lines, and tools including software and databases. These IDs, called Research Resource Identifiers (RRIDs), are machine-readable and can be used to search for all papers where a particular resource was used and to increase access to critical data to help researchers identify suitable reagents and tools.

You will be asked to use RRIDs to cite the resources used in your research where applicable in the text, similar to a regular citation or Genbank Accession number. For antibodies, you should include in the citation the vendor, catalogue number, and RRID both in the text upon first mention in the Methods section. For software tools and databases, please provide the name of the resource followed by the resource website, if available, and the RRID. For model organisms, the RRID alone is sufficient.

Additionally, you must include the RRIDs in the list of keywords associated with the manuscript.

To Obtain Research Resource Identifiers (RRIDs):

Use the Resource Identification Portal, created by the Resource Identification Initiative Working Group.

Search for the research resource (please see the section titled "Search Features and Tips" for more information).

Click on the "Cite This" button to obtain the citation and insert the citation into the manuscript text.

If there is a resource that is not found within the Resource Identification Portal, you are asked to register the resource with the appropriate resource authority. Information on how to do this is provided in the "Resource Citation Guidelines" section of the Portal.

If any difficulties in obtaining identifiers arise, please contact rii-help@scicrunch.org for assistance.

Example Citations:

Antibodies: "Wnt3 was localized using a rabbit polyclonal antibody C64F2 against Wnt3 (Cell Signaling Technology, Cat# 2721S, RRID: AB_2215411)"

Model Organisms: "Experiments were conducted in *c. elegans* strain SP304 (RRID:CGC_SP304)"

Cell lines: "Experiments were conducted in PC12 CLS cells (CLS Cat# 500311/p701_PC-12, RRID:CVCL_0481)"

Tools, Software, and Databases: "Image analysis was conducted with CellProfiler Image Analysis Software, V2.0 (<http://www.cellprofiler.org>, RRID:nif-0000-00280)"

Species Names

Upon its first use in the title, abstract, and text, the common name of a species should be followed by the scientific name (genus, species, and authority) in parentheses. For well-known species, however, scientific names may be omitted from article titles. If no common name exists in English, only the scientific name should be used.

Genetic Nomenclature

Sequence variants should be described in the text and tables using both DNA and protein designations whenever appropriate. Sequence variant nomenclature must follow the current HGVS guidelines; see varnomen.hgvs.org, where examples of acceptable nomenclature are provided.

Sequence Data

Nucleotide sequence data can be submitted in electronic form to any of the three major collaborative databases: DDBJ, EMBL, or GenBank. It is only necessary to submit to one database as data are exchanged between DDBJ, EMBL, and GenBank

on a daily basis. The suggested wording for referring to accession-number information is: 'These sequence data have been submitted to the DDBJ/EMBL/GenBank databases under accession number U12345'. Addresses are as follows:

DNA Data Bank of Japan (DDBJ): ddbj.nig.ac.jp

EMBL Nucleotide Archive: ac.uk/ena

GenBank: ncbi.nlm.nih.gov/genbank

Proteins sequence data should be submitted to either of the following repositories:

Protein Information Resource (PIR): georgetown.edu

SWISS-PROT: ch/sprot/sprot-top

Structural Data

For papers describing structural data, atomic coordinates and the associated experimental data should be deposited in the appropriate databank (see below). Please note that the data in databanks must be released, at the latest, upon publication of the article. We trust in the cooperation of our authors to ensure that atomic coordinates and experimental data are released on time.

Organic and organometallic compounds: Crystallographic data should not be sent as Supporting Information, but should be deposited with the Cambridge Crystallographic Data Centre (CCDC) at cam.ac.uk/services/structure%5Fdeposit.

Inorganic compounds: Fachinformationszentrum Karlsruhe (FIZ; fiz-karlsruhe.de).

Proteins and nucleic acids: Protein Data Bank (org/pdb).

NMR spectroscopy data: BioMagResBank (wisc.edu).

Cover Image Submissions

This journal accepts artwork submissions for Cover Images. This is an optional service you can use to help increase article exposure and showcase your research. For more information, including artwork guidelines, pricing, and submission details, please visit the Journal Cover Image page.

Wiley Editing Services offers a professional cover image design service that creates eye-catching images, ready to be showcased on the journal cover.

Additional Guidelines for Cover Pictures, Visual Abstracts, Frontispieces and Table of Contents Graphics

Concepts illustrated in graphical material must clearly fit with the research discussed in the accompanying text.

Images featuring depictions or representations of people must not contain any form of objectification, sexualization, stereotyping, or discrimination. We also ask authors to consider community diversity in images containing multiple depictions or representations of people.

Inappropriate use, representation, or depiction of religious figures or imagery, and iconography should be avoided.

Use of elements of mythology, legends, and folklore might be acceptable and will be decided on a case-by-case basis. However, these images must comply with the guidelines on human participants when they are present.

Generally, authors should consider any sensitivities when using images of objects that might have cultural significance or may be inappropriate in the context (for example, religious texts, historical events, and depictions of people).

Legal requirements:

All necessary copyright permission for the reproduction of the graphical elements used in visuals must be obtained prior to publication.

Clearance must be obtained from identifiable people before using their image on the cover or the like and such clearance must specify that it will be used on the cover. Use within text does not require such clearance unless it discloses sensitive personal information such as medical information. In all situations involving disclosure of such personal info, specific permission must be obtained. And images of individuals should not be used in a false manner.

Graphics that do not adhere to these guidelines will be recommended for revision or will not be accepted for publication.

Apêndice C – Banco de dados e análises de variância da tese. Clique no ícone abaixo para ter acesso aos documentos.



VITA

Juliano Henriques da Motta nasceu no dia 02 de julho de 1992 na cidade de Uruguaiana – RS, filho de Otacílio Silva da Motta e Nara Henriques da Motta. cursou o primeiro e segundo grau na Escola Estadual de Ensino Médio Demétrio Ribeiro em Alegrete – RS. De setembro a novembro de 2015 realizou estágio supervisionado em Zootecnia na Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança – Campus de Santa Apolónia – Portugal, sob orientação do professor Dr. Alfredo Jorge Costa Teixeira. Concluiu em 2016 a graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). No ano de 2017 concluiu o Programa Especial de Graduação de Formação de Professores para a Educação Profissional também na UFSM. Em 2018 concluiu o Mestrado em Zootecnia na UFSM, com a dissertação “Influência dos sistemas de alimentação sobre a morfometria ruminal, biometria *in vivo* e as características da carcaça de cordeiros”, sob orientação do professor Dr. Cleber Cassol Pires. Em abril de 2018 iniciou o curso de Doutorado junto ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), na área de concentração Produção Animal, sob orientação do professor Dr. Cesar Henrique Espirito Candal Poli.