

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

**Produtividade primária dos campos nativos do Sul do Brasil e aplicação
de um modelo de planejamento forrageiro em uma propriedade modal**

LÍVIA RAYMUNDO IRIGOYEN

Zootecnista / UNIPAMPA
Mestre em Zootecnia / UFRGS

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do grau de Doutor em
Zootecnia

Área de concentração Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil
Março, 2024

CIP - Catalogação na Publicação

Irigoyen, Livia Raymundo
Produtividade primária dos campos nativos do Sul do
Brasil e aplicação de um modelo de planejamento
forrageiro em uma propriedade modal / Livia Raymundo
Irigoyen. -- 2024.
171 f.
Orientador: Cesar Henrique Espirito Candal Poli.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2024.

1. Campo Nativo. 2. Rio Grande do Sul. 3. Taxa de
acúmulo. 4. Planejamento Forrageiro. I. Poli, Cesar
Henrique Espirito Candal, orient. II. Título.

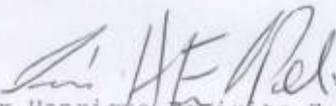
Livia Raymundo Irigoyen
Mestre em Zootecnia

TESE

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de
DOCTORA EM ZOOTECCNIA
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovada em: 26.03.2024
Pela Banca Examinadora

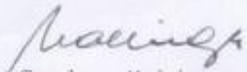
Homologado em: 18/06/2024
Por

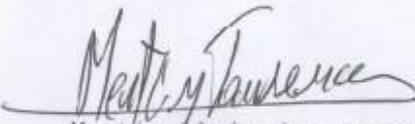

Cesar Henrique Espirito Candal Poli
PPG Zootecnia/UFRGS
Orientador

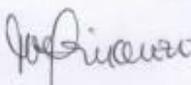
Ines Andretta

Assinado de forma digital por
Ines Andretta
Dados: 2024.06.21 08:52:53
-03'00'

INES ANDRETTA
Coordenadora do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia


Carlos Nabinger
UFRGS


Martin Alejandro Jaurena Barrios
INIA/Uruguai


Thaís Devincenzi
INIA/Uruguai

Documento assinado digitalmente
 PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA
Data: 24/06/2024 07:55:00-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA
Vice-diretor da Faculdade de Agronomia

**A Jose Henrique, Ana Margareti e Maria de Lourdes (*in memoriam*);
Aos produtores rurais e pesquisadores defensores dos campos nativos.**

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida, por me guiar e proteger sempre! Meu agradecimento mais que especial aos meus primeiros e eternos professores e grandes incentivadores: Ana Margareti e José Henrique. Amo Vocês!

Muito obrigada ao Professor Cesar Poli por aceitar ser meu Orientador, por confiar em mim! Muito obrigada pelas conversas francas, sinceras e construtivas que tivemos. Obrigada também ao Professor Valério Pillar, que possibilitou a execução deste trabalho. Estendendo meu agradecimento aos proprietários das propriedades que serviram como sítios de coleta (José, Pedro, Claudio, Adauto e Júlio). Bem como, ao restante da equipe PELD: Priscila, Rodrigo Baggio e Filipe.

Para que fosse possível a concretização desta tese, algumas ajudas foram fundamentais: Juliano Motta, obrigada por dar o pontapé inicial, mostrar o caminho e confiar em mim para continuar essa jornada! Lidiane Boavista, obrigada por tudo, principalmente pelos conselhos e confiança! Daniel Montano, companheiro de muitas viagens durante o período de coleta, obrigada pelo companheirismo e amizade! Germana de Santo, companheira de um ano de viagem de coleta, obrigada por tudo e desculpa algo! Joseane Anjos já não sei mais fazer experimento sem a tua presença, constante ajuda e apoio, obrigada Josi! Jalise Tontini, pós doutoranda do Cepov, companheira de coletas, ajuda incansável na estatística e na escrita, muito obrigada por tudo! Ramiro Leão, companheiro nas ultimas viagens de coleta, obrigada pelas conversas e trocas de ideias e experiências. André e família Camozzato por abrir a sua propriedade e ceder os dados para um dos artigos da tese. Ao colega Zootecnista Roberto Fonseca pela coleta de dados na propriedade da família Camozzato. Aos funcionários Dilmar e Francisco. Meu agradecimento também ao amigo e Doutor Fernando Albuquerque por confiar em mim, permitindo que utilizasse o modelo de planejamento por ele pensado e desenvolvido.

Meu Mil Gracias a equipe Inia Tacuarembó - Unidade Experimental Glencoe (Daniel Bottero, Pablo Cuadros, Fernando Icat, Griselda, Franco Rodrigues, Julio). Em especial, a Thais que permitiu minha ida, estadia e a oportunidade de conviver e conhecer essas personas tão especiais. Obrigada também ao Fabiano Alecrim, que permitiu que acompanhasse e contribuísse de alguma forma com o seu experimento. Meu agradecimento também à equipe da La Magnólia, ao pesquisador Ignácio de

Barbieri, por me receber e compartilhar seus conhecimentos. Meu carinho e admiração as duas Zootecnistas que conheci por lá: Maria Eduarda e Luciana Marin!

Não posso deixar de agradecer também quem me acompanha há quase mais de 10 anos: Andressa Miranda, obrigada por tudo, principalmente pela longa amizade e companheirismo! Obrigada também as companheiras de Cepov Luiza e Marina, e agregada Bruna Menezes pelas conversas, parceria e momentos felizes! Gostaria de deixar registrada minha gratidão pelo carinho de Dona Silvana, ao nos receber no PPG Zootecnia. A Andrisa sempre disposta a nos auxiliar e sanar todas as dúvidas. Meu carinho e respeito também ao pessoal da minha primeira casa (EEA/UFRGS), em especial, Dona Ana e André, que se tornaram amigos!

Minha admiração por Grandes Mestres que tive a oportunidade de conhecer e aprender durante essa jornada: Carlos Nabinger, Eduardo Azevedo, Júlio Barcellos. Além é claro, da minha primeira e eterna Orientadora Gladis Corrêa responsável por me incentivar a trilhar o caminho da pós-graduação.

Aos pesquisadores Thais Devincenzi e Martin Jaurena e ao Professor Carlos Nabinger por terem aceitado participar da banca de avaliação e contribuições aos artigos.

Meu agradecimento também à coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão bolsa de estudos durante o doutorado.

E a todos não citados, mas, que contribuíram para minha formação inicial até o presente momento. Minha eterna gratidão e agradecimentos a todos!

Muito Obrigada! Muchas Gracias!

*“... Faz tempo, o campo nativo pede respeito
pra ser sustento pro gado sem que lhe mude
coxilhas de pampa fértil, várzeas extensas
paciência de tropa mansa beirando o açude...”*

*Na simbiose da terra, pouco se fala
da troca comum das plantas, com os animais
motivo de ter mais vida e ser sustentável
sem questionar nesta troca, quem ganha mais!*

*Há um bando de passarinhos em revoada
pedindo pouso nos campos desta fronteira
se as cercas não são divisas, pra tudo isso
quem não aprende com o campo, fecha a porteira
Quem cria em campo nativo, preserva a vida
e sabe o quanto lhe custa esta integração
fazer crescer o sustento de todo um pago
numa harmonia entre o campo e a produção...”*

Trechos de “O pampa é campo nativo”

Gujo Teixeira / Luciano Maia

Produtividade primária dos campos nativos do Sul do Brasil e aplicação de um modelo de planejamento forrageiro em uma propriedade modal ⁽¹⁾

Autor: Lívia Raymundo Irigoyen

Orientador: Cesar Henrique Espírito Candal Poli

Resumo

As pastagens nativas no sul do Brasil são a principal fonte alimentar para pecuária. No entanto, a sazonalidade da produção forrageira dificulta o planejamento alimentar das propriedades rurais, ameaçando a sustentabilidade do sistema produtivo. Com isso, o objetivo do presente trabalho é caracterizar a dinâmica de produção forrageira dos campos sulinos em suas diferentes fitofisionomias gerando correlações entre o crescimento de forragem diária e as condições do ambiente. Além disso, adequar um modelo de planejamento forrageiro baseado em dados de uma propriedade modal, para auxiliar o produtor nas decisões de manejos na produção de ruminantes. Neste contexto, a tese foi estruturada em quatro capítulos. O capítulo I é apresentado a introdução geral da tese, revisão bibliográfica sobre as características dos Campos Sulinos, da produção forrageira e influência do clima e solo, planejamento forrageiro e modelagem. O capítulo II traz um manuscrito sobre a produtividade primária das pastagens naturais em diferentes regiões do Rio Grande do Sul (RS), em diferentes níveis de massa de forragem e estações do ano. Os dados mostraram alterações na produção quantitativa nos campos nas diferentes regiões do RS, em relação as diferentes estações do ano. O manuscrito do capítulo III aborda a caracterização da comunidade vegetal nas diferentes massas de forragem nos campos nativos do bioma Pampa e Mata Atlântica. Este trabalho destaca-se pela abrangência de áreas avaliadas, onde observou-se a predominância das gramíneas na cobertura destes campos. No capítulo IV é apresentado os resultados do planejamento forrageiro, com dados de uma propriedade modal no bioma Pampa. Ao longo do ano produtivo a disponibilidade de matéria seca (MS) se mostra suficiente na maioria dos meses, porém, a baixa qualidade desses campos podem provocar déficits de energia e proteína para atender as exigências nutricionais dos animais. Reforçando a importância da utilização do planejamento do forrageiro nas propriedades para além da MS. Por fim, os resultados gerados nesta tese proporcionam maior conhecimento sobre as características produtivas e diversidade florística dos Campos Sulinos a partir de um levantamento de dados atualizados. Além disso, as informações apresentadas permitem a melhoria do planejamento forrageiro das propriedades rurais juntamente com a preservação das pastagens naturais e a produção sustentável da pecuária.

Palavras-chave: biodiversidade, bovinos, estação, orçamento, ovinos.

⁽¹⁾ Tese de Doutorado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (171 p.) Março, 2024.

Primary productivity of native fields in Southern Brazil and application of a forage planning model in modal property ⁽¹⁾

Author: Livia Raymundo Irigoyen

Adviser: Cesar Henrique Espírito Candal

Summary

Native pastures in southern Brazil are the main food source for livestock. However, the seasonality of forage production makes food planning on rural properties difficult, threatening the sustainability of the production system. Therefore, the objective of the present work is to characterize the dynamics of forage production in southern fields in their different phytophysiognomies, generating correlations between daily forage growth and environmental conditions. Furthermore, adapt a forage planning model based on data from a modal property, to assist the producer in management decisions in ruminant production. In this context, the thesis was structured into four chapters. Chapter I presents the general introduction of the thesis, a bibliographic review on the characteristics of Campos Sulinos, forage production and the influence of climate and soil, forage planning and modeling. Chapter II brings a manuscript on the primary productivity of natural pastures in different regions of Rio Grande do Sul (RS), at different levels of forage mass and seasons. The data showed changes in quantitative production in the fields in different regions of RS, in relation to the different seasons of the year. The manuscript for chapter III addresses the characterization of the plant community in different forage masses in the native fields of the Pampa and Atlantic Forest biomes. This work stands out for the scope of areas evaluated, where the predominance of grasses in the coverage of these fields was observed. Chapter IV presents the results of forage planning, with data from a modal property in the Pampa biome. Throughout the productive year, the availability of dry matter (DM) is sufficient in most months, however, the low quality of these fields can cause energy and protein deficits to meet the nutritional requirements of the animals. Reinforcing the importance of using forage planning on properties beyond MS. Finally, the results generated in this thesis provide greater knowledge about the productive characteristics and floristic diversity of Campos Sulinos based on an updated data collection. Furthermore, the information presented allows for the improvement of forage planning on rural properties along with the preservation of natural pastures and sustainable livestock production.

Keywords: biodiversity, cattle, forage mass, season, budget, sheep, regions.

⁽¹⁾ Doctoral Thesis in Animal Science– Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (171 p.), March, 2024.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	12
LISTA DE FIGURAS	14
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	17
CAPÍTULO I	19
1. INTRODUÇÃO GERAL	20
2. Revisão Bibliográfica	24
2.1 Campos Nativos do Rio Grande do Sul.....	24
2.2 Produção forrageira nos Campos Nativos do Rio Grande do Sul.....	26
2.2.1 Clima e Manejo.....	28
2.2.2 Solo.....	32
2.3 Planejamento forrageiro e modelagem.....	33
3. Modelo conceitual.....	36
4. Hipóteses e Objetivos	39
4.1 Hipoteses.....	39
4.2 Objetivos.....	39
Objetivo Geral.....	39
Objetivos específicos.....	39
CAPÍTULO II	41
Produtividade dos campos nativos da região Sul do Brasil em diferentes massas de forragem e estações do ano	42
Resumo.....	42
1.Introdução.....	43
2. Material e Métodos	45
3. Resultados.....	52
4. Discussão.....	62
5.Conclusão.....	69
Referências Bibliográficas.....	70
CAPÍTULO III	79
Caracterização da composição de espécies vegetais dos campos nativos do sul do Brasil em diferentes massas de forragem	80
Resumo.....	81
Introdução.....	81

Material e Métodos.....	83
Resultados.....	87
Discussão.....	87
Conclusão.....	92
Referências Bibliográficas.....	92
CAPÍTULO IV.....	106
The challenges of carrying out forage budget in native grasslands of subtropical regions: application of a forage planning model on a modal property.....	107
Abstract.....	108
Introduction.....	108
Materials and Methods.....	109
Results.....	113
Discussion.....	116
Conclusion.....	121
References.....	121
CAPÍTULO V.....	138
4. Considerações finais.....	139
Referências.....	140
Apêndices.....	148
Apêndice A – Normas da revista Grass and Forage Science utilizada para a preparação do capítulo II.....	148
Apêndice B – Normas da revista New Zealand Journal of Agricultural Research utilizada para a preparação dos capítulos III e IV.....	164
Vita.....	171

RELAÇÃO DE TABELAS

CAPÍTULO II	41
Tabela 1 – Massa de forragem média (Kg MS/ha ± erro padrão da média) e Altura média (cm ± erro padrão da média) das diferentes condições pastoris (massas de forragem) nas diferentes regiões Campanha, Depressão Central e Campos de Cima de Serra avaliados por três anos no Sul do Brasil.....	47
Tabela 2 – Caracterização dos campos nativos dos biomas Pampa e Mata Atlântica, com principais espécies e cobertura relativa (%)	51
Tabela 3 - Massa de forragem ao longo das estações nas diferentes regiões Campanha, Depressão Central e Campos de Cima da Serra e em diferentes condições pastoris (três níveis de massas de forragem) avaliadas por três anos.....	55
Tabela 4 - Taxa de acúmulo ao longo das estações nas diferentes regiões Campanha, Depressão Central e Campos de Cima da Serra avaliadas em diferentes condições pastoris (três níveis de massas de forragem) por três anos.....	57
APÊNDICE S1 Localização dos seis sítios de pesquisa estabelecidos em pastagens nas diferentes regiões do Rio Grande do Sul, e classificação do solo, de acordo com Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – (Embrapa, 2018)	75
APÊNDICE S2 Atributos químicos e classificação do solo de acordo com o Manual de Adubação e Calagem do Rio Grande do Sul e Santa Catarina dos sítios de pesquisa localizados no Rio Grande do Sul a partir de amostras coletadas no início das coletas a uma profundidade de 0 a 20 cm.....	76
CAPÍTULO III	79
Tabela 1 – Altura média (cm ± erro padrão da média) nas diferentes massas de forragem nos biomas Pampa e Mata Atlântica avaliados no Sul do Brasil	98
Tabela 2 –Coberturas relativa das espécies com maior representatividade nos campos naturais nos biomas Pampa e Mata Atlântica, seguindo a metodologia de Londo (1976)	99
Anexo A1 Localização dos seis sítios de pesquisa estabelecidos em pastagens do bioma Pampa e dois sítios de pesquisa estabelecidos no bioma Mata Atlântica, e classificação do solo, de acordo com Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – (Embrapa, 2018)	100

Anexo A2 - Espécies identificadas no levantamento florístico de acordo com a metodologia Londo (1976) em cada bioma.....	101
CAPÍTULO IV	106
Table 1 – Composition of sheep and cattle herds throughout the productive year on the Alto das Figueiras property in southern Brazil used as a model for developing forage budgeting in the native pasture of the Pampa biome.....	130
Table 2 –The floristic composition was described by listing the species, according to the BOTANAL method on the Alto das Figueiras property in southern Brazil.....	131

RELAÇÃO DE FIGURAS

CAPÍTULO I	19
Figura 1 - Delimitação entre os biomas Pampa e Mata Atlântica no estado do Rio Grande do Sul.....	24
Figura 2- Diagrama esquemático das relações entre as principais características morfogênicas das forrageiras e as características estruturais da pastagem (Chapman e Lemaire, 1993)	27
Figura 3 – Temperaturas mínimas e máximas médias com base em 30 anos de dados (1991-2020). Registro das estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) mais próximas de cada sítio de coleta, representando os biomas Pampa e Mata Atlântica.....	30
Figura 4 – Precipitação média com base em 30 anos de dados (1991-2020) Registro das estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) mais próximas de cada sítio de coleta, representando os biomas Pampa e Mata Atlântica.....	31
Figura 5- Tipo de solos no estado do Rio Grande do Sul.....	32
Figura 6 -Modelo conceitual da tese.....	37
CAPÍTULO II	41
Figura 1 – Sítios de coletas nas diferentes regiões: Depressão Central: Eldorado do Sul (1) e Encruzilhada do Sul (2); Campanha: Aceguá (3); Lavras do Sul (4) e Alegrete (5); Campos de Cima da Serra: Vacaria (6)	46
Figura 2– Análise de Regressão entre Altura (cm) e Massa de forragem nas diferentes regiões do Rio Grande do Sul durante três anos de avaliação: (a: Região da Campanha; b: Depressão Central; c: Região dos Campos de Cima da Serra)	53
Figura 3 - Análise componentes principais incluindo a variável produtiva (taxa de acúmulo de forragem), massa de forragem e as variáveis climáticas na região da Campanha em cada estação do ano, durante três anos de avaliação.....	59
Figura 4- Análise componentes principais incluindo a variável produtiva (taxa de acúmulo de forragem), massa de forragem e as variáveis climáticas na região da Depressão Central em cada estação do ano, durante três anos de avaliação.....	60
Figura 5 - Análise componentes principais incluindo a variável produtiva (taxa de acúmulo de forragem), massa de forragem e as variáveis climáticas na região do	

Campos de Cima da Serra em cada estação do ano, durante três anos de avaliação.....	61
Figura 6 – Análise de componentes principais entre as características de solo e a taxa de acúmulo (kg de MS ha ⁻¹ dia ⁻¹) nos Campos Sulinos.....	62
APÊNDICE S3 Dados climáticos de temperatura (mínima, máxima e média) e precipitação acumulada e radiação dos sítios de pesquisa por região em cada estação durante o período de coleta de dados (janeiro/2019 a fevereiro/2020 e outubro/2021 a agosto/2023).	77
Figura 7- Dados climáticos de temperatura (mínima, máxima e média) e precipitação acumulada e radiação na região da Campanha durante o período de coleta de dados (janeiro/2019 a fevereiro/2020 e outubro/2021 a agosto/2023	77
Figura 8- Dados climáticos de temperatura (mínima, máxima e média) e precipitação acumulada e radiação na Depressão Central durante o período de coleta de dados (janeiro/2019 a fevereiro/2020 e outubro/2021 a agosto/2023)	77
Figura 9- Dados climáticos de temperatura (mínima, máxima e média) e precipitação acumulada e radiação na Região dos Campos de Cima da Serra durante o período de coleta de dados (janeiro/2019 a fevereiro/2020 e outubro/2021 a agosto/2023)	78
CAPÍTULO IV	106
Figure 1 – The conceptual model of the forage planning model, was elaborated based on the concepts and assumptions of Webby and Bywater (2017) and Cavalcante (2015)	132
Figure 2- Metabolic weight of herds (cattle and sheep) on the Alto das Figueiras property, located in the subtropical region, Encruzilhada do Sul, RS, during the evaluation period.....	132
Figure 3-Mean herbage mass (kg DM/ha) on the Alto das Figueiras property, located in the subtropical region, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, during the evaluation period.....	133
Figure 4-Composition of metabolizable energy (ME; MJ/kg DM) and metabolizable protein (MP; g/kg DM) of the native pasture herbage, on the Alto das Figueiras property, located in the subtropical region, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul.....	133

Figure 5-Feed budget based on dry matter from the native grassland, on the native pasture herbage, on the Alto das Figueiras property, located in the subtropical region, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul.....	134
Figure 6-Forage allowance (kg DM/100 kg live weight) on the Alto das Figueiras property, located in the subtropical region, Encruzilhada do Sul, RS, during the evaluation period	134
Figure 7-Feed budget considering the amount of metabolizable protein (MP) in the pasture and the herd's MP demand per month on the native field, of the Alto das Figueiras property, located in a subtropical region.....	135
Figure 8-Feed budgeting considering the amount of metabolizable energy (ME) in the pasture and the herd's MP demand per month on the native field, of the Alto das Figueiras property located in the subtropical region, Encruzilhada do Sul.....	135
Figure 9-Metabolizable energy requirements in dry matter and monthly dry matter intake of the animals, calculated by the according to NRC (2007) for sheep and BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2016) for beef cattle, from the native grassland on the Alto das Figueiras property, located in the subtropical region, Encruzilhada do Sul, RS, Brazil.....	136
Figure 10-Evaluating the energy balance of the diet and the daily consumption of dry matter by species separately, from the native grassland on the Alto das Figueiras property, located in the subtropical region, Encruzilhada do Sul, RS, Brazil.....	136
Figure 11 - Simulation only with a sheep herd present on the Alto das Figueiras property, located in the subtropical region, Encruzilhada do Sul, RS, Brazil.....	137
Figure 12 - Simulation with a flock of sheep, adult cattle breeders from April to December and weaned calves from January, February and March.....	137

RELAÇÃO DE ABREVIATURAS

Al (troc.)	Alumínio: trocável
ANOVA	Análise de variância
B	Boro
C3	Ciclo metabólico C3
C4	Ciclo metabólico C4
Ca	Cálcio;
Cm	Centrímetro
CO₂	Dióxido de carbono
cmolc	Centimol de carga
CP	Condição pastoril
Cob. Rel	Cobertura relativa
CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization
CTC	Capacidade de troca de cátions;
Cu	Cobre
DM	Dry matter
EST	Estação
g/day	gramas/dia
H+Al:	Hidrogênio+Alumínio
H₂O	Água
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
In	inverno;
kg de MS ha⁻¹	Quilograma de Matéria seca por hectare
kg	Quilogramas
ME	Metabolizable energy
MF	massa de forragem
mg	Miligramas
MJ	Megajoules
mm	Milímetro
Mn	Magnésio;
MP	Metabolizable protein
MS	Matéria seca
MSE	Erro padrão da média

N Nitrogênio

NRC NATIONAL RESEARCH COUNCIL

OF Oferta de forragem

Out Outono

P fósforo

PELD Projeto ecológico de longa duração

Prim primavera

PV Peso vivo

R² Coeficiente de determinação

S Enxofre

SA Saturação por base

Sat. Alumínio Saturação por alumínio

TA Taxa de acúmulo

TMax (°C) Temperatura máxima

TMédia (°C) Temperatura média

TMin (°C) Temperatura mínima

Ver Verão

Zn Zinco

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os Campos Sulinos, ecossistema campestre original da região sul do Brasil, constituem a base alimentar da pecuária local, tratando-se de um caso singular em que a produção animal e a conservação da biodiversidade integram sistemas produtivos com sustentabilidade ambiental (MAPBIOMAS, 2023). No Rio Grande do Sul, este ecossistema compreende os campos nativos de dois biomas Pampa e Mata Atlântica. É importante ressaltar que esses campos, além de pertencer a dois biomas diferentes, também apresentam diferenças por estarem em regiões bem distintas no estado. De acordo com Behling et al. (2009), a formação destes campos ocorreu há milhares de anos, passando por uma série de eventos climáticos durante as épocas glaciais e do holoceno inferior e médio, além do uso do fogo e do pastejo, tanto de animais domésticos, como da fauna nativa. Overbeck et al. (2015) destacam que os fatores edafoclimáticos e de manejo foram responsáveis pela formação e característica, afetando as fisionomias vegetais que resultou em uma estrutura de pasto heterogênea, formada por um estrato inferior (composto por espécies prostradas) e um estrato superior (composto por espécies cespitosas). Para Boldrini (2009) e Overbeck et al. (2015), no Rio Grande do Sul destacam-se os campos de barba-de-bode do Planalto; os campos do bioma Pampa sobre solos rasos e profundos da região da Campanha, Depressão Central e Litorâneos, e os campos do bioma Mata Atlântica, campos de Altitude.

Na maioria das regiões estes campos são base alimentar para a pecuária gaúcha, que quando bem manejada, contribui com a manutenção de importantes serviços ecossistêmicos fornecidos pelos campos (Sarmiento et al., 2020). Podemos citar a mitigação da emissão de gases do efeito estufa (Pillar et al., 2009; Kuplich et al., 2016; Baggio et al., 2021; Cezimbra et al., 2021) e a manutenção da cultura local. Entretanto, apesar de os campos sulinos terem a sua importância reconhecida para a manutenção do equilíbrio ecológico, tem se observado uma crescente pressão econômica pela transformação da área em outras atividade ou até mesmo eliminação destes campos.

A produção pecuária é uma das principais atividades econômicas no sul do Brasil. O Rio Grande do Sul detém uma parcela significativa da produção pecuária nacional (IBGE, 2022). O rebanho de bovinos do RS é de aproximadamente 10,08 milhões e o efetivo de ovinos é de aproximadamente 3,06 milhões (Radiografia da

Agropecuária Gaúcha, 2023), atribuindo ao estado o terceiro maior rebanho de ovinos do Brasil. De acordo com Nabinger (1996) a produtividade secundária, ou seja, o produto animal em relação à área e tempo é determinada pela disponibilidade de produção primária (vegetal). A massa de forragem (kgMS/ha) e taxa de acúmulo (kgMS/ha/dia) em pastagens naturais 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 de pastejo (Pallarés et al., 2005; Garagorry et al., 2008; Maraschin, 2009).

A produção de forragem no campo nativo do Rio Grande do Sul acontece de forma estacional, devido principalmente a predominância de gramíneas C4, com taxa diárias de acúmulo maiores durante a primavera e verão e menores no inverno (Carvalho et al., 2006). Além da produção de massa de forragem, as características nutricionais também são alteradas conforme as variações climáticas. As exigências nutricionais variam ao longo da vida do animal, sendo assim, fundamental buscar ferramentas que auxiliem os produtores na tomada de decisão no manejo dos seus campos nativos. O planejamento forrageiro (PF) é uma ferramenta que possibilita a melhor visualização entre a demanda dos animais e a produção forrageira ao longo do ano. Entretanto, o mesmo é negligenciado muitas vezes pelos produtores ao manejar seus rebanhos nos campos naturais do Rio Grande do Sul. A falta de informações sobre a produção forrageira nas diferentes regiões do estado considerando diferentes condições pastoris e em cada estação do ano, dificultam ainda mais a adoção do planejamento forrageiro nas propriedades rurais, ameaçando a sustentabilidade do sistema produtivo.

Para Nabinger et al. (2008) um dos principais objetivos do planejamento forrageiro é adequar a disponibilidade de forragem com a demanda de nutrientes dos animais. De acordo com Albuquerque (2020), a utilização de modelos de simulação pode ser uma metodologia eficiente para auxiliar no planejamento e adequação alimentar dos animais ao longo do ano. Além disso, com o diferencial de permitir a aplicabilidade dos seus resultados nas propriedades, considerando as demandas nutricionais dos diferentes rebanhos e a interação das atividades agropecuárias. Assim, o uso da modelagem e simulações auxilia na tomada de decisão em sistemas pecuários, uma vez que permite o pecuarista analisar o sistema em diferentes cenários (Tanure, 2012). A modelagem diminui a distância existente entre a pesquisa e a prática, possibilitando que hipóteses teóricas sejam artificialmente testadas antes

de serem efetivamente aplicadas, e auxilia na identificação de lacunas do conhecimento, embasando decisões práticas, e direcionando novas pesquisas (Tonato, 2009).

Sendo assim, a presente tese tem como objetivo de forma inédita quantificar a produtividade primária nas diferentes regiões do Rio Grande do Sul em diferentes condições pastoris, representadas por três diferentes massas de forragem nas diferentes estações do ano. De modo a complementar o estudo da produtividade, o segundo estudo traz resultados em relação a caracterização da composição florística dos campos nativos localizados nos Campos Sulinos (biomas Mata Atlântica e Pampa) em diferentes condições pastoris, e o terceiro estudo traz a aplicação de um modelo de planejamento forrageiro com dados de uma propriedade modal localizada no bioma Pampa.

A tese está estruturada em cinco capítulos descritos a seguir:

Capítulo I: apresenta a introdução geral da tese, revisão bibliográfica, as hipóteses e objetivos.

Capítulo II: apresenta resultados de produtividade primária dos campos nativos nas diferentes regiões do estado do Rio Grande do Sul, abrangendo os biomas Pampa e Mata Atlântica, em diferentes condições pastoris, representadas por diferentes massas de forragem em cada estação do ano. Resultados apresentados no artigo “Produtividade dos campos nativos da região Sul do Brasil em diferentes massas de forragem e estações do ano”, redigido de acordo com as normas do periódico *Grass and Forage Science*.

Capítulo III: Caracterizar a comunidade vegetal nas diferentes condições pastoris dos biomas Pampa e Mata Atlântica através do artigo intitulado “Caracterização da composição de espécies vegetais dos campos nativos do sul do Brasil em diferentes condições pastoris”, redigido de acordo com as normas do periódico científico *New Zealand Journal of Agricultural Research*.

Capítulo IV: Aplicação de um modelo de planejamento forrageiro, desenvolvido em bases neozelandesas para o bioma Caatinga, com dados de uma propriedade modal no bioma Pampa. Estudo presente no terceiro artigo da tese com o título: *The*

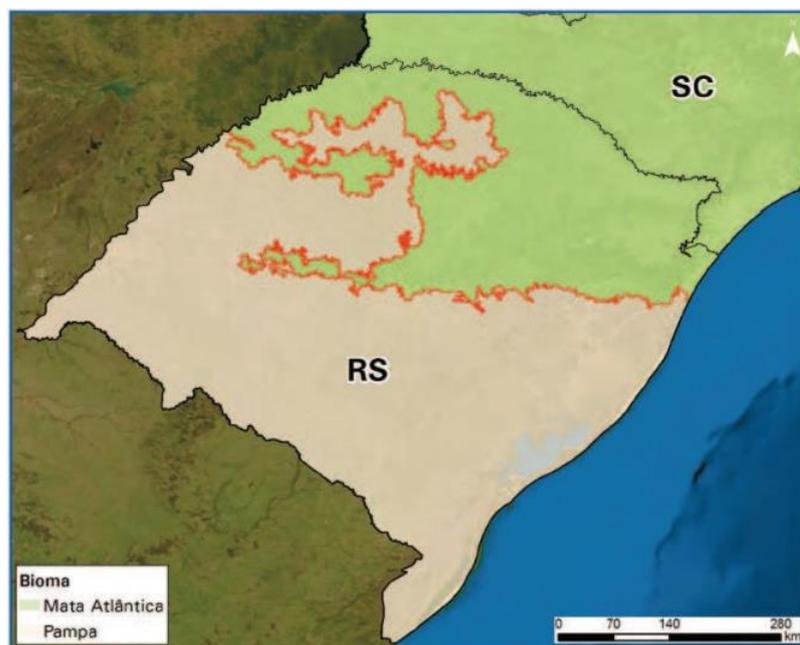
challenge of carrying out forage budget in native grasslands of subtropical regions, redigido nas normas do New Zealand Journal of Agricultural Research.

Capítulo V: Apresenta as considerações finais, as referências bibliográficas e a vita do autor.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Campos Nativos do Rio Grande do Sul

Os campos nativos do sul do Brasil, os Campos Sulinos, apresentam grande diversidade florística (Boldrini, 2009). A diversidade é evidenciada quando consideramos que estes campos estão inseridos em dois biomas brasileiros, o bioma Pampa e o bioma Mata Atlântica (Overbeck et al., 2009; Pillar et al., 2012). Sendo que o Pampa se estende sobre amplas regiões, estendendo-se 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). 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) (figura 1).



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Banco de Dados de Informações Ambientais - BDIÁ.

Figura 1 - Delimitação entre os biomas Pampa e Mata Atlântica no estado do Rio Grande do Sul. Fonte: IBGE (2023).

A vegetação predominantemente campestre presente nos campos da metade sul e oeste do Rio Grande do Sul representa o bioma Pampa (Overbeck et al., 2009), com uma área de aproximadamente 193.836 km² (IBGE, 2020), ocupando

originalmente 69% do território regional e 2,03% do território nacional (MAPBIOMAS, 2019). Atualmente o bioma Pampa no Brasil, conta apenas com 45,2% da sua vegetação original (10,9% florestal e 32,3% não florestal), sendo 48,4% da vegetação nativa convertida para o desenvolvimento do cultivo de grãos (soja, arroz, milho, etc), pastagens cultivadas ou silvicultura (MAPBIOMAS, 2023). Em relação ao bioma Mata Atlântica apenas uma pequena porção abrange o Rio Grande do Sul, já que este representa 13% do território nacional (MAPBIOMAS, 2019). No Rio Grande do Sul, o referido bioma está localizado no planalto serrano e região lagunar, sendo constituído de floresta ombrófila densa, floresta ombrófila mista (floresta com araucária), floresta estacional, campos de altitude e restinga (Overbeck et al., 2009).

Apesar da conversão dos campos ter ocorrido de forma alarmante, a produção pecuária é uma das principais atividades econômicas no sul do Brasil, e tem como base forrageira as pastagens naturais, que representam 32% do território do bioma (MAPBIOMAS, 2023). De acordo com informações apresentadas no Atlas Socioeconômico Rio Grande do Sul (2022) o Estado deteve uma parcela significativa da produção pecuária nacional por muito tempo, entretanto atualmente vem perdendo a participação nacional. O rebanho de bovinos do RS é de aproximadamente 10,08 milhões de bovinos sendo o sétimo maior rebanho nacional (Atlas Socioeconômico Rio Grande do Sul, 2022), e o efetivo de ovinos é de aproximadamente 3,06 milhões (Radiografia da Agropecuária Gaúcha, 2023), atribuindo ao estado o terceiro maior rebanho de ovinos do Brasil (Atlas Socioeconômico Rio Grande do Sul, 2022). Embora os campos sulinos tenham a sua importância reconhecida para produção animal e a manutenção do equilíbrio ecológico, tem se observado uma crescente pressão econômica pela conversão em outras atividades agrícolas anuais ou até mesmo eliminação destes campos (Nabinger et al., 2009). A substituição da atividade pecuária nos campos pode estar relacionada com a baixa produtividade. Para Poli et al. (2009) a baixa produtividade forrageira, devido a problemas associados ao manejo da desfolha excessiva, causado por cargas animal muito elevadas, é um dos principais motivos pelos baixos resultados produtivos em relação a produção animal. O excesso de lotação normalmente empregado no manejo das pastagens naturais (Carvalho et al., 2006), afeta de maneira negativa a interação solo- planta - animal. Entretanto, para Pillar et al. (2009) e Baggio et al. (2021) o manejo adequado, além de tornar o uso pecuário altamente produtivo contribui para a manutenção da biodiversidade e dos processos ecossistêmicos nos campos sulinos.

Os campos sulinos por se situarem em regiões com grandes variações climáticas ao longo do ano, apresentam diferenças na taxa de acúmulo em cada estação (Maraschin, 2009). Além disso, as diferenças climáticas influenciam a composição das espécies, colaborando para a complexidade, permitindo várias formações vegetacionais, aumentando a biodiversidade e heterogeneidade forrageira das extensas áreas de campo (Overbeck et al., 2009). Nos campos do bioma Pampa e da Mata Atlântica, de acordo com Andrade et al. (2019) são ecossistemas ricos em espécies, como *Poaceae* (neste trabalho tratadas como gramíneas), *Asteraceae*, *Fabaceae* e *Cyperaceae* como as famílias mais dominantes (Boldrini, 2009).

2.2 Produção forrageira nos Campos Nativos do Rio Grande do Sul

A produção forrageira de um ecossistema pastoril depende fundamentalmente da quantidade de radiação disponível para o processo de fotossíntese, da temperatura ambiente e da disponibilidade de água e nutrientes (Nabinger, 1997; Ramos et al., 2022). De acordo com Lemaire (2001) o funcionamento do ecossistema pastagem é caracterizado por fluxos de energia (radiação, calor sensível) e de massa (CO_2 , H_2O , N, minerais) entre as plantas de uma comunidade, o solo e a atmosfera, representados pelos diferentes processos fisiológicos de captação de energia e nutrientes.

A produção de massa de forragem em pastagens naturais e, conseqüentemente seu crescimento (taxa de acúmulo) são 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 de pastejo (Pallarés et al., 2005; Garagorry et al., 2008; Maraschin, 2009). Para Beretta (2001) e Webby e Bywater (2007) o crescimento da forragem nos campos nativos é diretamente influenciada pelas variações climáticas (temperatura e precipitação) nas diferentes estações e entre anos. Para Ramos et al. (2022) as relações planta-animal no ecossistema pastagem sofrem efeito direto de fatores ambientais, refletindo na estrutura da pastagem e, conseqüentemente, no desempenho animal. O pastejo influencia na produtividade, ao interferir no processo de utilização da radiação disponível via remoção das folhas que são as estruturas fotossintetizantes das plantas (Nabinger, 1997). Portanto, o manejo deve priorizar manter um equilíbrio entre a remoção das folhas pelo pastejo e a manutenção de uma superfície foliar remanescente que permita recuperação da planta. O manejo do

pastejo é o parâmetro que modula a quantidade de área foliar remanescente (IAF), por meio da altura pós-pastejo (Da Silva & Sbrissia, 2001).

Para melhor compreender as interações entre as variáveis morfológicas e estruturais, determinantes da produção de forragem dos pastos e condicionadoras das respostas de animais durante o processo de pastejo e sua relação com os fatores abióticos (água, luz, temperatura, nutrientes) e o manejo podemos observar o diagrama proposto por Chapman & Lemaire (1993) (figura 2). Em ambientes de clima subtropical, onde existe a grande diversidade de espécies forrageiras que servem como base alimentar para animais herbívoros, principalmente ruminantes, é de sua importância o conhecimento da dinâmica de crescimento de pastos sob pastejo. Gerando assim, práticas de manejo e de condições do pasto que assegurem a produção animal eficiente e produtividade vegetal nestes ambientes.

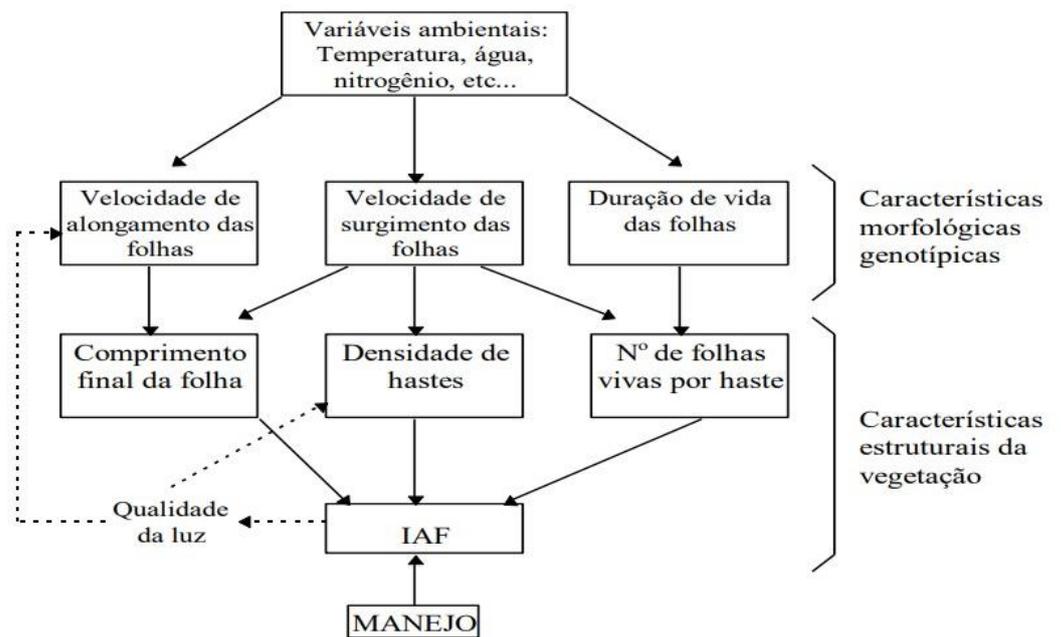


Figura 2- Diagrama esquemático das relações entre as principais características morfológicas das forrageiras e as características estruturais da pastagem (Chapman e Lemaire, 1993).

2.2.1 Clima e Manejo

As características ambientais que mais podem afetar o crescimento vegetal, são temperatura e disponibilidade de água no solo, pois estes fatores afetam as taxas de alongação foliar e senescência (McIvor, 1984). O clima do Rio Grande do Sul de acordo com a classificação de Köppen é temperado do tipo Subtropical, úmido e chuvas bem distribuídas (Pillar; Vélez, 2010). O estado apresenta dois tipos climáticos (Cfa e Cfb). O clima que abrange o bioma Pampa é classificado como subtropical úmido Cfa, ou “subtropical úmido com verão quente” e apresenta a temperatura média de janeiro superior a 22°C. Já o tipo climático Cfb apresenta a temperatura média de janeiro inferior a 22°C e recebe a denominação de “temperado com verão ameno”, abrangendo as regiões do bioma Mata Atlântica.

Para Brunini (1998) a temperatura do ar é a variável meteorológica com maior influência no desenvolvimento e crescimento vegetativo, sendo responsável pela ativação dos processos bioquímicos dos vegetais. Para Ramos et al. (2022), a temperatura é considerada um dos principais fatores abióticos que determinam a distribuição, adaptabilidade e produtividade. Além disto, a temperatura tem efeitos imediatos sobre os aspectos bioquímicos (respiração e fotossíntese), e processos morfogênicos, surgimento de novas folhas, influenciando a qualidade da forragem, e agindo diretamente na taxa de acúmulo (Ramos et al., 2022). A fotossíntese fornece a energia necessária ao crescimento e outros processos metabólicos, sendo dependente de temperatura para determinar o início e também a parada do processo, devido à dependência de uma faixa de temperatura adequada (Assis et al., 2006; Taiz e Zieger, 2017). O crescimento da planta ocorre quando esta atinge sua eficiência fotossintética, alcançada quando a temperatura está entre 25 e 35°C para plantas do ciclo C4 e 20 a 25°C para plantas do ciclo C3 (Taiz et al., 2017), influenciando nas características morfogênicas devido à sua estimulação em pontos meristemáticos, promovendo a expansão celular, observada nas taxas de alongamento de folhas e caules (Silva et al., 2008). De acordo com Bergamaschi (2007) temperaturas mais elevadas aceleram o desenvolvimento vegetal, enquanto que baixas temperaturas prolongam o ciclo.

A fenologia das plantas responde à temperatura do ar na forma de soma térmica (Bergamaschi, 2007). Determinando as necessidades térmicas das plantas através da integração da soma diária de temperaturas, considerando seus extremos

de adaptação (Bonhomme, 2000). O conhecimento da temperatura-base de espécies vegetais possibilita a avaliação de seu potencial produtivo em uma região ao longo do ano. Entretanto, os campos sulinos apresentam alta diversidade florística e estrutural, dificultando o reconhecimento dos processos de dinâmica vegetacional, resultando em um obstáculo de manejo para técnicos ou produtores que desconheçam ou não dominem a identificação das espécies (Quadros et al., 2006). Com o intuito de facilitar o manejo destes campos com base na soma térmica, Quadros et al. (2009) propuseram a construção de um agrupamento de pastagens naturais, utilizando como base os atributos foliares de gramíneas nativas, que fosse capaz de atender as demandas dos produtores e técnicos. Entretanto, essa ferramenta é pouca adotada pelos produtores e técnicos a campo.

Outro elemento meteorológico importante para o desenvolvimento vegetal é a precipitação, visto seu efeito nas condições ambientais, atua no balanço hídrico e influencia diretamente na temperatura do ar e solo, umidade relativa e radiação solar (Bergamaschi, 2007). De acordo com Beretta (2001) a chuva afeta a variabilidade da produção anual de matéria seca, resultando em períodos de déficits ou excessos. Devido a diferenças em relevo, classificação de tipos de clima e latitude, o Rio Grande do Sul apresenta diferentes volumes pluviométricos em seu território (Valente et al., 2023). O bioma Mata Atlântica é um ecossistema característico da região montanhosa junto à costa oceânica, onde a nebulosidade e as chuvas são abundantes em função da umidade proveniente do oceano. As precipitações são em média de 1.500 e 1.800 mm e, devido sua condição de altitude associadas às temperaturas amenas, os valores de evapotranspiração são menores que em outras regiões do Estado. Já o bioma Pampa com vegetação de campo, apresenta características diferentes, a demanda evaporativa é maior, em função da baixa altitude e da continentalidade o que promove valores de temperatura mais elevados durante o verão e, conseqüentemente, a disponibilidade hídrica é menor.

De acordo com Ramos et al. (2022), 95% da biomassa verde presente das pastagens é composta de água. A água participa de diversos processos metabólicos, como por exemplo, na regulação da abertura e fechamento estomático, possibilitando a absorção de CO₂ (Chavarria e Santos, 2012), envolvido na manutenção da turgidez celular, bem como na movimentação e absorção de nutrientes para plantas através do processo de fluxo de massa (Taiz e Zeiger, 2009). A escassez de água afeta diretamente o metabolismo básico, como fotossíntese, respiração, definição do

formato dos órgãos e estrutura, abertura e fechamento dos estômatos, penetração do sistema radicular no solo, crescimento e expansão celular (Santos et al., 2014), bem como a absorção de nutrientes do solo.

Nas figuras 3 e 4 são apresentadas as normais climáticas (1991-2020) publicadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. De acordo com o Inmet, as normais climatológicas são valores médios de variáveis meteorológicas calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas, e representa as características médias do clima em um determinado local. Para o presente trabalho foram considerados os sítios de coleta para representar os dois biomas (Pampa e Mata Atlântica).

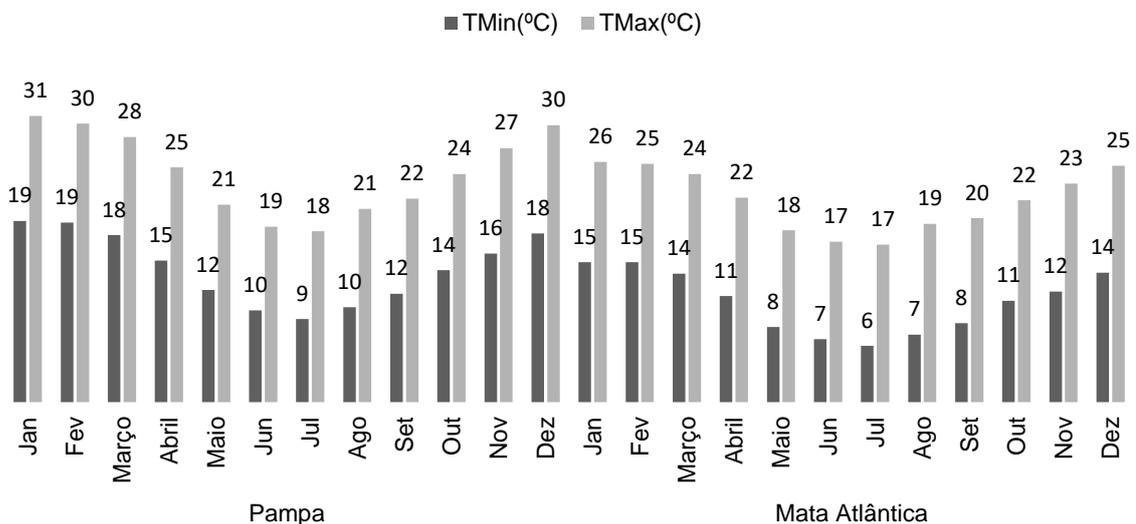


Figura 3 – Temperaturas mínimas e máximas médias com base em 30 anos de dados (1991-2020). Registro das estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) mais próximas de cada sítio de coleta, representando os biomas Pampa e Mata Atlântica.

Fonte: próprio autor.

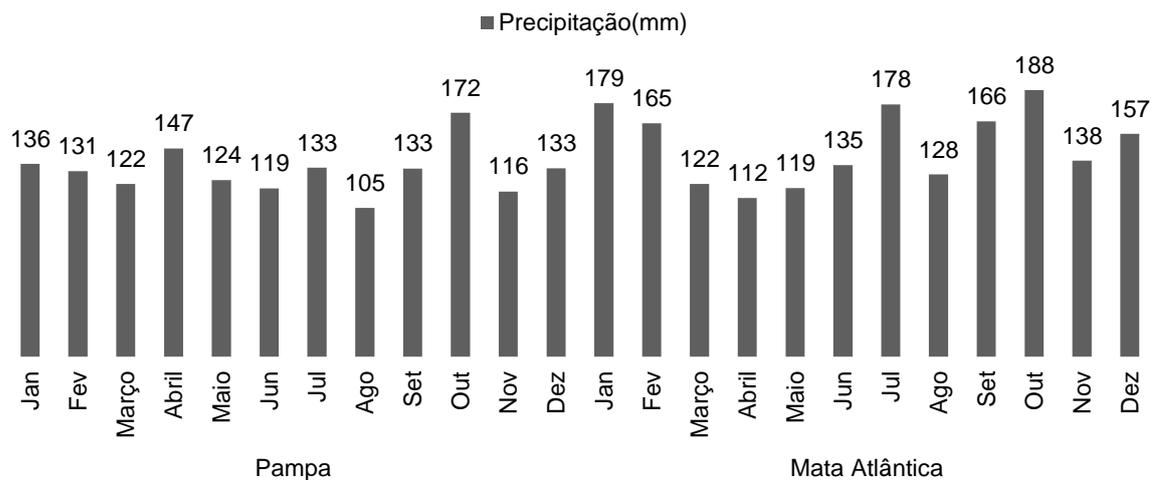


Figura 4 – Precipitação média com base em 30 anos de dados (1991-2020). Registro das estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) mais próximas de cada sítio de coleta, representando os biomas Pampa e Mata Atlântica. Fonte: próprio autor.

Sem limitação hídrica ou nutricional, o crescimento das plantas passa a ser determinado pela quantidade de energia radiante disponível para a cultura, através dos seus efeitos sobre a fotossíntese e outros processos fisiológicos, como a transpiração e a absorção de nutrientes (Bergamaschi e Dalmago, 2012; Costa et al., 2012). O crescimento do pasto resulta do processo de captação da energia luminosa proveniente do sol e sua transformação em energia química integrante dos tecidos vegetais, ou seja, a fotossíntese (Guarda; Campos, 2014; Oliveira et al., 2012). O fluxo de radiação solar, a quantidade de energia disponível para a produção de biomassa de forragem, depende da inclinação dos raios solares, que por sua vez, depende da estação do ano, da latitude (Guarda e Campos, 2014) e nebulosidade (Bonhomme, 2000), disponível numa determinada região (Carvalho et al., 1998). De acordo com Kluge et al. (2014) a radiação solar no Brasil atinge seu máximo no verão (dezembro-janeiro) período normalmente de maior produção forrageira e seu mínimo no inverno (junho-julho), conseqüentemente menor produção forrageira.

Para Nabinger (1997) e Costa et al. (2012) a interceptação da radiação solar pela vegetação é a primeira condição para a constituição do fluxo de energia do sistema, sendo esta dependente da área foliar, ou seja, das folhas verdes, a parte fotossintetizadora das plantas. Surge então o principal dilema para o manejo de pastagens, uma vez que os animais também precisam das folhas para se alimentar. Para Ramos et al. (2022) o pastoreio é considerado um fator limitante ao

desenvolvimento das plantas, visto que o interesse em sistemas produtivos baseados em pastagens é o equilíbrio entre o interesse animal e vegetal. Nesse sentido, faz-se necessário realizar o manejo da pastagem para proporcionar ganho e manter o equilíbrio produtivo (Ramos et al., 2022). De acordo com Soares et al. (2005), Nabinger (2006) e Nabinger et al. (2009) ao se manipular a carga animal em função da oferta de forragem é possível atingir um grau de utilização das pastagens, no qual é possível conciliar um ótimo crescimento dessas folhas da pastagem com uma satisfatória produção animal, otimizando, desta forma, o fluxo de energia no sistema, com benefícios para todos os seus componentes.

2.2.2 Solos

O solo serve para as plantas como estrutura de suporte das raízes e contribui na distribuição de água, oxigênio e nutrientes. O Rio Grande do Sul apresenta uma grande variedade de tipos de solo (figura 3), como consequência da complexidade da formação geológica e da ação climática existente (Streck et al., 2018). De acordo com Hasenack et al. (2023) os solos da porção norte dos campos do Sul do Brasil são principalmente solos profundos e de baixa fertilidade natural, enquanto no sul, onde as altitudes são mais baixas, ocorrem solos de todas as classes funcionais: solos rasos, profundos, com alta e baixa fertilidade e solos hidromórficos.

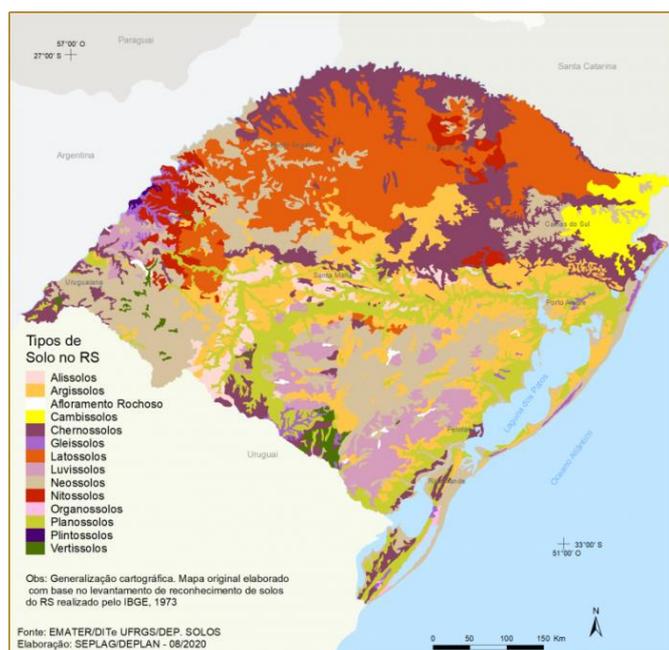


Figura 5 - Tipo de solos no estado do Rio Grande do Sul. Fonte: Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul.

Ramos et al. (2022) destacam que as propriedades químicas do solo como pH (potencial de hidrogênio), disponibilidade de nutrientes, elementos tóxicos, matéria orgânica e elementos de salinidade constituem o solo e afetam o crescimento das plantas. Os solos no Rio Grande do Sul apresentam elevada acidez e baixa disponibilidade de nutrientes, principalmente fósforo (P), o que limita o crescimento da forragem nativa (Pallarés et al., 2005; Oliveira et al., 2022). Os principais macronutrientes exigidos pelas plantas são nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), devido a importância desses nutrientes nos processos metabólicos (Ramos et al., 2022). Para Taiz et al. (2017), o nitrogênio é o principal constituinte das clorofilas, proteínas, aminoácidos, enzimas, entre outros compostos essenciais ao desenvolvimento das plantas. Ainda de acordo com os autores, o fósforo participa do armazenamento de energia e integra os açúcares participantes da fotossíntese, e o potássio é ligado à atividade de regulação osmótica da folha. Segundo Gomide (1975), o fósforo é um nutriente indispensável na fotossíntese, além de influenciar no armazenamento, transporte e utilização de energia na fotossíntese, sua deficiência implica diretamente no acúmulo de biomassa. A deficiência de nutrientes pode estar ligada à falta de reposição de nutrientes ou outros fatores como seca, alagamento e compactação (Pimentel et al., 2016). Apesar destas características as espécies de gramíneas nativas estão adaptadas a este ambiente e conseguem produzir 2.075 a 3.393 kg MS/ha (Pallarés et al., 2005) acima do solo sem qualquer fertilização (Oliveira et al., 2015).

2.3 Planejamento forrageiro e Modelagem

A produção de forragem no campo nativo do Rio Grande do Sul é estacional, devido à dominância da comunidade vegetal por espécies C4 de crescimento na estação quente coexistindo com espécies C3, ciclo de inverno (Bencke, 2009). As taxas de acúmulo durante a primavera e verão podem atingir entre 25 e 35 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹, enquanto no inverno raramente ultrapassam 5 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹ Carvalho et al. (2006). Durante o inverno, o campo apresenta uma redução em suas características produtivas e qualitativas (Moojen e Marachin, 2002), criando um desafio para a produtividade animal (Jochim et al., 2013), já que coincide com o final da gestação e lactação, quando ocorre o maior requerimento nutritivo das matrizes ovinas (Carámbula, 1997), e as matrizes bovinas estão entrando no terço final da

gestação. Outro período preocupante é do final do verão até o início da primavera, quando ocorre um declínio na quantidade e qualidade da forragem no campo nativo, refletindo na perda de peso dos animais, podendo chegar a até 20% do peso vivo (Fontoura Júnior et al., 2007). De acordo com Shakhane et al. (2013) as mudanças nas exigências dos animais são muito mais regulares e previsíveis do que as mudanças na oferta de pastagens, e variam de acordo com o estado reprodutivo e as demandas de crescimento.

Sbrissia et al. (2007) destacam que para minimizar os efeitos dos vazios forrageiros na produção animal, é necessário realizar o planejamento forrageiro da propriedade como um todo. De acordo com Poli e Carvalho (2001) e Nabinger et al. (2008), para que seja possível atingir os melhores índices de produtividade animal é necessário conciliar a produção de pastagem com o ciclo produtivo, ou seja, que se desenvolva um adequado planejamento alimentar dos rebanhos, adequando assim, a disponibilidade de forragem com a demanda de nutrientes dos animais. 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 ajustes de manejo são necessários para assegurar a boa utilização da pastagem (Barioni et al., 2006; Barioni et al., 2011).

O planejamento forrageiro parte da estimativa da cobertura forrageira da propriedade ou área pastoril designada para utilização durante o ano (Poli e Carvalho, 2001). A mensuração da quantidade de massa de forragem disponível permite operacionalizar a tomada de decisão quanto à sua utilização, estimando a capacidade de suporte e orientando a orçamentação forrageira, o planejamento da oferta alimentar e a adoção de práticas de manejo como o ajuste de lotação (Silva et al., 2021). Para a elaboração da orçamentação forrageira é necessário 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 parições, para então definir as metas de manejo das massas de forragem (Medeiros et al. 2008; Barioni et al., 2006). Entretanto, estimar a produção e ainda mais o valor nutritivo da forragem, bem como, a dinâmica da pastagem para traçar estratégias de uso desta tem sido um desafio enfrentado na hora da tomada de decisão nos sistemas de produção de ruminantes em pastagens (Medeiros, 2003).

A utilização de modelos de simulação pode ser uma metodologia eficiente para auxiliar no planejamento e adequação alimentar dos animais ao longo do ano, com o

diferencial de permitir a aplicabilidade dos seus resultados nas propriedades considerando as demandas nutricionais dos diferentes rebanhos e a interação das atividades agropecuárias (Albuquerque, 2020). O uso da modelagem e simulações auxilia na tomada de decisão em sistemas pecuários, uma vez que permite o pecuarista analisar o sistema em diferentes cenários. Entretanto, Barbosa e Assis (2002) destacam que a validação de modelos de simulação aplicados à produção animal, por meio da comparação de dados reais e simulados, baseados em dados de entrada idênticos, ou mesmo por meio de testes de adequação do ajuste dos modelos, geralmente não é realizada, por falta de registros apropriados e suficientes.

3. Modelo Conceitual

A produção pecuária no Rio Grande do Sul tem como base alimentar os campos nativos. Campos que apresentam diferenças fitofisionômicas, influenciadas por condições de relevo, solo, condições climáticas e pelo manejo adotado nestes campos. Essas diferenças têm influência direta na composição florística e taxa de acúmulo (crescimento diário) destes campos.

A produção forrageira dos campos nativos acontece de forma estacional, em função da sua composição sendo predominante com espécies de ciclo C4, ou seja, com crescimento estival. As exigências dos animais variam ao longo da vida. Fazendo-se necessária a busca por ferramentas que permitam a melhor visualização entre a produção forrageira e a demanda animal, a fim de adequar as duas para obtenção de melhores resultados produtivos.

Para melhor compreensão da hipótese da presente tese, o modelo conceitual está organizado com elementos que estão relacionados com as principais variáveis respostas, e essas relações podem ser integradas e/ou complementares. O modelo conceitual proposto para a presente pesquisa apresenta como base de estudos os campos nativos do Rio Grande do Sul, estando esses em áreas de dois biomas diferentes (Pampa e Mata Atlântica), e dentro de cada bioma existem regiões com diferentes fitofisionomias, e essas sofrem influências das condições climáticas (clima) e características de solo entre elas. Influências estas que afetam diretamente na composição florística e conseqüentemente na produção vegetal destes campos.

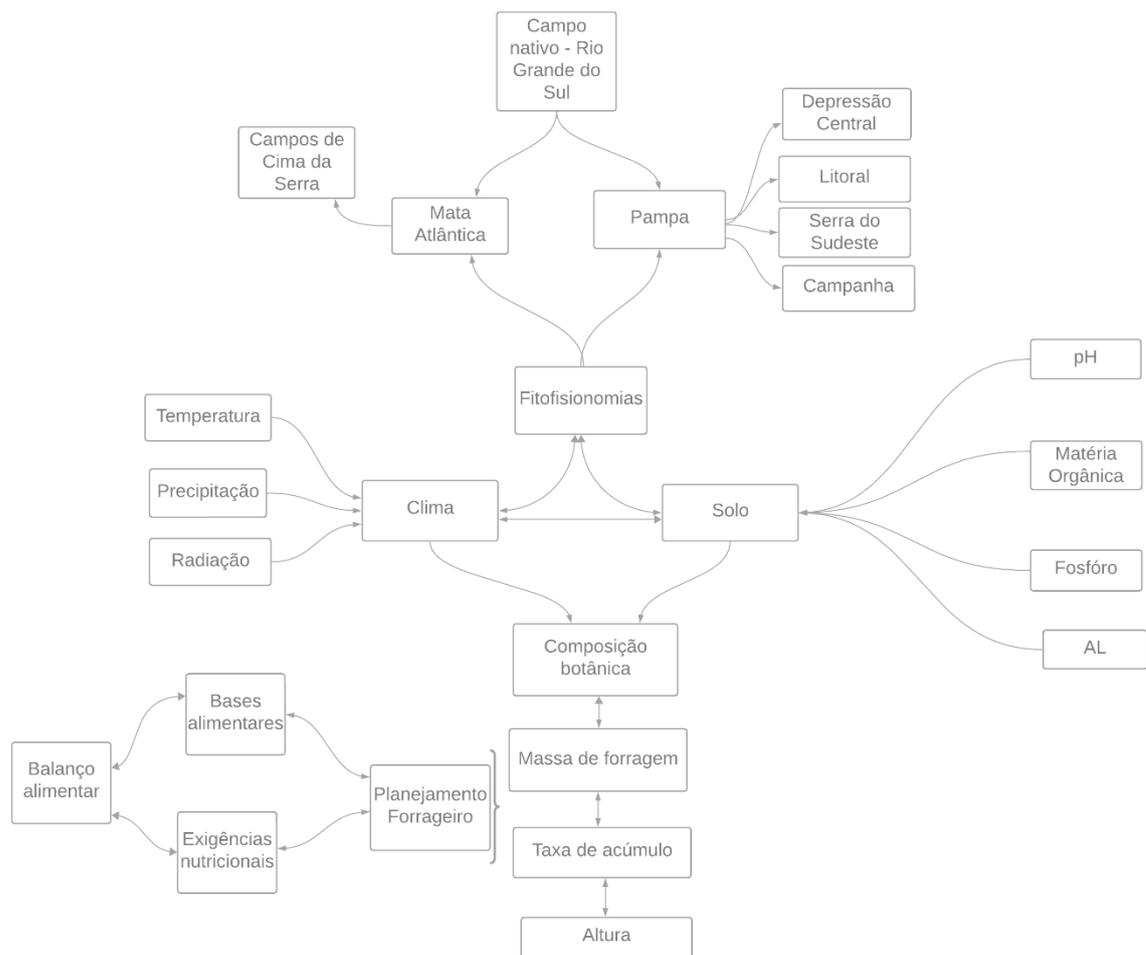


Figura 6 - Modelo conceitual da tese.

A massa de forragem influencia na taxa de acúmulo (crescimento diário do pasto), e conseqüentemente na quantidade de pastagem acumulada no dia que modificará, também, a sua altura. A criação de diferentes massas de forragem proporciona distintas composições florísticas e crescimento diário do pasto. A altura influencia na estrutura, que interfere na massa de forragem do dossel, que vai influenciar diretamente no crescimento diário do pasto.

A massa de forragem disponível para o consumo dos animais somada a taxa de acúmulo, gera o valor de biomassa disponível, sendo essa informação importante para a construção do planejamento forrageiro. Que tem como principal ferramenta a orçamentação forrageira que une as informações sobre a biomassa e as exigências nutricionais dos animais. A adoção da utilização do planejamento forrageiro nas propriedades produtoras de ruminantes é fundamental para que seja possível atingir os melhores resultados produtivos (kg de carne/ha, litros de leite, produção de lã).

Assim sendo, o presente estudo propõe estudar as relações de causa-efeito entre as variáveis acima apresentadas, procurando estabelecer não somente o tipo de associação, mas também a magnitude de cada uma no sistema de produção de ruminantes nos campos nativos nas diferentes regiões do Rio Grande do Sul em diferentes condições pastoris, representadas por diferentes massas de forragem em cada estação do ano.

4. HIPÓTESES E OBJETIVOS

4.1 Hipóteses

A caracterização da dinâmica da produção forrageira dos campos sulinos em suas diferentes fitofisionomias com diferentes condições pastoris, representado por diferentes massas de forragem e nas diferentes estações do ano, pode gerar diferenças na taxa de acúmulo diária com influência das condições do ambiente, composição florística e características de solo.

É possível a aplicação de um modelo de planejamento forrageiro nos campos sulinos, baseado em dados de uma propriedade modal, para auxiliar o produtor nas decisões de manejos na produção de ruminantes.

4.2 Objetivos

Objetivo Geral:

Quantificar a produtividade primária nas diferentes regiões do Rio Grande do Sul em diferentes condições pastoris, representadas por três diferentes massas de forragem nas diferentes estações do ano, e aplicar um modelo de planejamento forrageiro em uma propriedade modal na região Sul do Brasil.

Objetivos específicos:

- Determinar as variações de taxa de acúmulo das pastagens naturais de diferentes regiões do Rio Grande do Sul;
- Estimar os principais parâmetros que interferem na variação da produtividade primária dos campos nativos em diferentes regiões do Rio Grande do Sul em condições pastoris distintas, representadas por três níveis de massas de forragem;
- Caracterizar a composição botânica nas distintas condições pastoris dos campos nativos dos Campos Sulinos considerando os dois biomas do Rio Grande do Sul;
- Gerar modelos de predição de massa de forragem nas diferentes regiões do estado do Rio Grande do Sul, a partir da altura da pastagem (análise de regressão);

- Aplicar o modelo de planejamento alimentar em uma propriedade modal no bioma Pampa.

CAPÍTULO II

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

Produtividade dos campos nativos da região Sul do Brasil em diferentes condições pastoris e estações do ano

Lívia Raymundo Irigoyen¹

Cesar Henrique Espirito Candal Poli¹

¹ Departamento 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

Resumo

Os campos nativos da região sul do Brasil apresentam grande importância na sustentabilidade ambiental e pecuária. Entretanto, muito pouco se conhece sobre a sua produtividade nas diferentes regiões do Rio Grande do Sul (RS). O objetivo no presente trabalho é quantificar a produtividade da massa de forragem e taxa de acúmulo, e relacionar com fatores ambientais (clima e solo). Foram avaliados dados de três anos de coletas nos campos nativos em distintas regiões do RS (Campanha, Depressão Central e Campos de Cima da Serra) em três condições pastoris, representadas por valores de massas de forragens ao longo do ano (alta, intermediária e baixa). Analisou-se dados de massa de forragem, altura do dossel, taxa de acúmulo diário, clima e solo. Observou-se a regressão positiva e linear entre altura e massa de forragem nas diferentes regiões. As condições pastoris foram significativamente diferentes na quantidade de massa de forragem nas regiões estudadas. Não houve efeito significativo para estação ou para interação condição pastoril*estação na quantidade da massa de forragem. As taxas de acúmulo foram diferentes significativamente apenas entre estações do ano nas regiões da Campanha e Depressão Central. Na região do Campos de Cima da Serra não houve influência

significativa da condição pastoril, da estação do ano ou da interação dessas duas variáveis na taxa de acúmulo. Apesar da variabilidade, os resultados da análise multivariada demonstraram que as mudanças na produtividade das pastagens naturais nas diferentes regiões estão correlacionadas, principalmente, à temperatura ambiente e à precipitação. Além disso, as características dos solos tiveram pouco efeito nas taxas de acúmulo. Podemos concluir que os campos nativos das diferentes regiões do RS apresentam características produtivas distintas, influenciadas principalmente pelas condições climáticas. Futuros estudos sobre os campos naturais do sul do Brasil devem levar em consideração essas diferenças.

Palavras-chave

Campanha, Depressão Central, Campos de Cima da Serra, temperatura, taxa de acúmulo, precipitação.

1. Introdução

As pastagens naturais na região do sul do Brasil, são ecossistemas naturais com grande diversidade e servem como base alimentar para a pecuária. A diversidade dos campos é evidenciada quando consideramos que os Campos Sulinos fazem parte de dois biomas diferentes: o Pampa, com a paisagem dominada pela vegetação campestre no extremo sul do Brasil, norte do Uruguai e Argentina e o Mata Atlântica que apresenta uma vegetação campestre do Planalto Sul-Brasileiro, cobrindo áreas da região mais próxima do sudeste brasileiro (Overbeck et al., 2009).

De acordo com Behling et al. (2009) a formação destes campos ocorreu há milhares de anos, passando por uma série de eventos climáticos durante as épocas glaciais e do holoceno inferior e médio. Para Overbeck et al. (2015) além dos fatores edafoclimáticos, o manejo adotado nestes campos, com pastejo e fogo, também foram responsáveis pela formação e característica, resultando em diferentes fisionomias vegetais com estrutura de pasto heterogênea, formada por um estrato inferior (composto por espécies prostradas) e um estrato superior (composto por espécies cespitosas). Os campos nativos do Rio Grande do Sul podem ser representados pelos Campos da Campanha, Campos no Escudo Granítico (Serra do Sudeste), Campos da Depressão Central presentes na área pertencente pelo bioma Pampa. Na área do bioma Mata Atlântica no estado são encontrados os Campos de Altitude, também conhecidos como os Campos de Cima da Serra.

Esses campos, além de servirem como base alimentar para produção de ruminantes, prestam importantes serviços ecossistêmicos, entretanto, grande parte destes estão em acentuado processo de degradação (Nabinger et al., 2009) e por pressão econômica são substituídos por cultivos anuais (como a soja e o arroz, por exemplo). Para Carvalho et al. (2006) e Poli et al. (2009) a desfolha excessiva, causada por elevada carga animal, é o principal motivo dos baixos resultados produtivos da produção pecuária nos campos naturais, afetando de maneira negativa a interação solo - planta - animal. Soares et al. (2006) destacam que a estacionalidade da produção de forragem também contribui para o insucesso de sistemas de produção baseados em pastagens naturais.

O conhecimento sobre a produtividade desses campos em diferentes regiões e em diferentes condições ao longo do ano embora já estudado é pouco divulgado. Pallarés et al. (2005), por exemplo, faz uma afirmação geral, sem caracterizar a região e a estação do ano, que a taxa de acúmulo e a produção de matéria seca nas pastagens naturais 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 de pastejo. Webby e Bywater (2017) afirmam de forma genérica que as taxas de crescimento das pastagens dependem da temperatura e da precipitação, que, em muitas áreas, variam consideravelmente entre estações e entre anos. Os campos nativos do Rio Grande do Sul por se situarem em regiões distintas com grandes variações climáticas ao longo do ano apresentam diferenças na taxa de acúmulo em cada estação do ano (Maraschin, 2009), resultando em diferentes massas de forragem que servem de alimento para os animais em pastejo (Moojen e Maraschin, 2002).

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi quantificar de forma inédita, durante três anos, a produtividade (massa de forragem e taxa de acúmulo) dos campos nativos em distintas regiões do Rio Grande do Sul, em diferentes condições pastoris, representadas por três massas de forragem, e nas quatro estações do ano, e relacionar esses dados com as características de clima e solo, além de gerar modelos de predição de massa de forragem, a partir da altura do dossel, fornecendo relevantes informações a produtores para adequação do manejo da pastagem nativa.

2. Material e Métodos

2.1 Desenho Experimental

2.1.1 Coleta de dados a campo em regiões representativas das condições pastoris do Rio Grande do Sul:

A coleta de dados a campo foi realizada por três anos não consecutivos, entre janeiro de 2019 e agosto de 2023. Em decorrência da pandemia de COVID-19, foi necessária a suspensão das coletas de fevereiro de 2020 até setembro de 2021. As coletas foram retomadas em outubro de 2021, finalizando em agosto de 2023.

Em cada ano avaliou-se as quatro estações do ano. Para que cada estação ficasse bem definida as avaliações eram realizadas nos meses representativos, acontecendo na seguinte forma:

Para caracterizar o outono: as avaliações aconteceram nos meses de abril e maio. Em abril eram alocadas as gaiolas e em maio eram realizados os cortes dentro da gaiola; para caracterizar o inverno: em julho alocava-se as gaiolas, em agosto eram realizados os cortes dentro da gaiola; para caracterizar a primavera: em outubro alocava-se as gaiolas, em novembro eram realizados os cortes dentro da gaiola; para caracterizar o verão: em janeiro alocava-se as gaiolas e, em fevereiro eram realizados os cortes dentro da gaiola.

2.1.2 Sítios de coleta

As avaliações foram realizadas em diferentes áreas situadas nas diversas regiões fisiográficas do Rio Grande do Sul (figura 1), totalizando seis sítios de pesquisa. Mais informações sobre a localização dos sítios são apresentadas no apêndice S1.



Fonte: Google Maps.

Figura 1 – Sítios de coletas nas diferentes regiões: Depressão Central: Eldorado do Sul (1) e Encruzilhada do Sul (2); Campanha: Aceguá (3); Lavras do Sul (4) e Alegrete (5); Campos de Cima da Serra: Vacaria (6).

As regiões fisiográficas foram divididas conforme a composição florística. Juntou-se dentro de uma mesma região, sítios que tinham composições florísticas semelhantes:

- Depressão Central: sítio de Eldorado do Sul (1) localizado na região da Depressão Central do RS e o sítio Encruzilhada do Sul (2) na região da Serra do Sudeste;
- Região da Campanha: sítios localizados nos municípios de Aceguá (3), Lavras do Sul (4) e Alegrete (5);
- Região dos Campos de Cima da Serra: sítio de pesquisa localizado no município de Vacaria (6).

2.1.3 Tratamentos (condições pastoris - massas de forragem)

Para representar as três condições pastoris de campo nativo foram identificados em cada sítio de pesquisa três massas de forragem, considerados como tratamentos: Baixa – campo nativo com biomassa baixa, característico de elevada

carga animal, alta intensidade de pastejo e baixa oferta de forragem; Intermediária – campo nativo com biomassa média, característico de carga animal e oferta de forragem intermediário; Alta: campo nativo com biomassa alta, característico de baixa carga animal, baixa intensidade de pastejo e elevada oferta de forragem.

Para a identificação das três massas de forragem, foram usadas alturas médias bases em cada sítio de pesquisa. A fim obter essas alturas, eram feitas a medição de 50 pontos de altura nos sítios em Aceguá, Alegrete, Encruzilhada e Vacaria. Em Eldorado mediu-se 75 pontos, uma vez que a área era maior e envolvia mais piquetes. Em todos os sítios a medição da altura foi realizada através do uso do bastão graduado - sward stick. A altura era mensurada quando o sward stick tocava a primeira folha mais acima do solo. Após coletados os 50 pontos, estes eram classificados do maior para o menor. As cinco maiores alturas geravam a média que serviria como altura referência para a condição pastoril Alta. As menores para a condição pastoril Baixa e as intermediárias para a condição pastoril Intermediária.

Para caracterizar cada condição pastoril, representadas por três massas de forragem diferentes, são apresentadas as alturas e as massas de forragem médias durante os três anos de avaliação na tabela 1.

Tabela 1- Massa de forragem média (kg MS/ha \pm erro padrão da média) e altura da pastagem média (cm \pm erro padrão da média) das diferentes condições pastoris (massas de forragem) nas diferentes regiões: Campanha, Depressão Central e Campos de Cima de Serra avaliados por três anos no Sul do Brasil.

Região	Variável	Condição Pastoril		
		Alta	Intermediária	Baixa
Campanha	MF	4902.5 \pm 204.01	2171.0 \pm 90.45	1140.4 \pm 60.33
	Altura	25.9 \pm 1.14	10.3 \pm 0.37	4.9 \pm 0.17
Depressão Central	MF	7243.9 \pm 847.88	2591.8 \pm 198.82	998.3 \pm 64.15
	Altura	36.5 \pm 3.97	14.7 \pm 1.15	5.1 \pm 0.28
CCS	MF	6720.4 \pm 551.84	2817.17 \pm 203.89	1660.1 \pm 316.87
	Altura	25.8 \pm 1.81	11.6 \pm 0.48	6.3 \pm 0.48

Legenda: CCS: Campos de Cima da Serra; MF: massa de forragem.

2.1.4 Manejo dos sítios

Nos sítios de pesquisa de Aceguá, Lavras do Sul, Alegrete e Vacaria, para identificação e distribuição dos tratamentos foram utilizados em cada sítio de pesquisa dois piquetes de 0,5 ha (70x 70m) das áreas do PELD (Pesquisa Ecológica de Longa Duração) (Vélez-Martin et al., 2015) que já vem sendo acompanhadas por mais que 10 anos.

Os tratamentos Baixo e Intermediário foram estabelecidos em um piquete de manejo convencional de cada região, normalmente pastejado por bovinos em sistema de pastejo contínuo, com carga animal variável e sem ajuste de carga. Para o tratamento Alto foi utilizado um piquete de manejo chamado “conservativo”, caracterizado pelo controle de acesso do gado na parcela. O piquete de manejo conservativo é pastejado a um intervalo definido pela soma térmica acumulada de 550 graus-dia. Esse intervalo visa manter tanto a contribuição de gramíneas conservadoras de recursos (crescimento em touceiras) como de gramíneas prostradas e de crescimento mais rápido, conforme grupos funcionais propostos por Quadros et al. (2006). A quantidade de animais é ajustada para que o gado permaneça na parcela no máximo dois dias até ser atingido um nível estimado de resíduo em torno de 10 cm de altura em média.

No sítio de pesquisa de Eldorado do Sul, foram utilizados três piquetes de 3 a 5 ha de uma área de campo nativo de um experimento de longa duração que vem sendo conduzido desde 1986 na Estação Experimental Agronômica da UFRGS (Nativão, Boletim Técnico, Carvalho et al., 2019). O tratamento Baixo foi estabelecido em um piquete manejado para manter uma oferta de forragem (OF) diária de 4% (4 kg de matéria seca (MS) para cada 100 kg de peso vivo (PV)). Para o tratamento Intermediário, foi utilizado um piquete manejado para manter uma OF de 8% do PV na primavera e de 12% do PV no verão, outono e inverno. Já o tratamento Alto foi estabelecido em um piquete manejado para manter uma OF de 16% do PV. Os três piquetes são manejados com bovinos de corte sob pastoreio contínuo e lotação variável para manter as respectivas ofertas de forragem. No sítio de pesquisa de Encruzilhada do Sul, foram utilizados dois piquetes de campo nativo submetidos ao manejo típico praticado pelo produtor, normalmente sob pastejo contínuo com bovinos e ovinos. O tratamento Baixo foi alocado separadamente em um piquete caracterizado por uma alta intensidade de pastejo. Em outro piquete com intensidade de pastejo

mais moderada foram identificadas duas áreas com biomassa média e outra com biomassa alta para alocação dos tratamentos Intermediário e Alto, respectivamente.

2.2 Medidas realizada na pastagem

2.2.1 Massa de forragem

A medida da massa de forragem foi feita de forma direta, através do corte da massa de forragem total junto ao solo, acima do material morto que não está preso a planta (mantilho). Foram realizados três cortes (quadrados de 0,25m²) por tratamento (condição pastoril). As amostras foram acondicionadas em sacos separados devidamente identificados, levadas a estufa de ar forçado a 60°C por no mínimo 72h, posteriormente eram pesadas.

2.2.2 Altura do dossel

Anteriormente aos cortes para a determinação da massa de forragem, no mesmo quadrado, foram realizadas 5 mensurações da altura do pasto, utilizando um bastão graduado em centímetros (sward-stick - Barthram, 1985).

2.2.3 Taxa de acúmulo

A taxa de acúmulo (TA), expressa em kg MS ha⁻¹ dia⁻¹, foi medida mensalmente através da metodologia de duplo emparelhamento (Klingman et al., 1943). De forma visual, foram selecionadas duas áreas com vegetações e massas similares, sendo que em uma delas foi cortado o pasto em nível do solo (corte inicial), usando um quadrado de 0,25m² (50 cm x 50 cm), e na outra área foi alocado uma gaiola de exclusão de pastejo. Após um mês (segundo mês), aproximadamente, o pasto que ficou dentro da gaiola foi cortado (corte final) com o mesmo quadrado. Pela diferença de peso entre o corte inicial (fora da gaiola) e o corte no mês seguinte dentro da gaiola, foi calculada a taxa de acúmulo do pasto no período, conforme a seguinte equação:

$$TA \text{ (kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}\text{)} = (\text{MF (MS ha}^{-1}\text{) no segundo mês} - \text{MF (MS ha}^{-1}\text{) no primeiro mês}) / n^{\circ} \text{ de dias do período}$$

2.3 Amostragem e variáveis de solo

Para análise química do solo foram coletadas amostras representativas da área de cada tratamento por sítio de pesquisa. Três sub-amostras de solo de 20 cm de profundidade foram coletadas por tratamento com o auxílio de um trado holandês. As sub-amostras eram colocadas em um balde, homogeneizadas e retirada uma amostra composta de aproximadamente 500 g de solo, que foi acondicionada em um saco plástico limpo, identificado e enviado ao laboratório.

A classificação dos solos foi realizada segundo a classificação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – (Embrapa, 2018). Foi realizada também a classificação dos parâmetros químicos do solo de acordo com o Manual de adubação e calagem do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2016).

Os resultados da análise de solo, e as classificações dos solos são apresentadas nos apêndices S1 e S2.

2.4 Dados meteorológicos

Durante o período de coletas de janeiro de 2019 a fevereiro de 2020 e outubro de 2021 a agosto de 2023), os dados de temperatura, precipitação, umidade, ponto de orvalho e radiação foram obtidos através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) nas estações meteorológicas automáticas mais próximas de cada sítio de pesquisa.

Segundo a classificação de Köppen, o clima do bioma Pampa, que abrange as regiões: da Campanha e Depressão Central é do tipo Cfa, úmido com verões quentes. A temperatura média anual varia entre 13,4°C e 25,6°C com precipitação média de 1600 mm por ano (INMET, 2020). O bioma Mata Atlântica, que abrange a região dos Campos de Cima da Serra, de acordo com a classificação de Köppen apresenta clima do tipo Cfb, clima úmido com verões amenos. A temperatura média anual varia entre 10,6°C e 21,5°C com precipitação média anual de 1800 mm (INMET, 2020).

Mais informações meteorológicas são apresentadas no apêndice S3.

2.5 Levantamento Florístico

Na tabela 2 são apresentadas as principais espécies encontradas nos campos nativos localizados no Rio Grande do Sul, considerando os biomas Pampa e Mata Atlântica. O levantamento florístico foi descrito pela listagem de todas as espécies presentes e por suas respectivas percentagens de cobertura. A estimativa de cobertura foi estimada visualmente de acordo com escala decimal (0,1, 0,5, 1, 2... 10)

adaptadas de Londo (1976). A avaliação de levantamento florístico aconteceu durante a primavera de 2023.

Tabela 2 – Caracterização dos campos nativos dos biomas Pampa e Mata Atlântica, com principais espécies e cobertura relativa (%).

Biomias			
Bioma Pampa		Bioma Mata Atlântica	
Regiões: Campanha e Depressão Central		Região Campos de Cima da Serra	
Espécies	Cob. Rel (%)	Espécies	Cob. Rel (%)
<i>Paspalum notatum</i>	14,65	<i>Andropogon lateralis</i>	14,86
<i>Andropogon lateralis</i>	8,78	<i>Paspalum notatum</i>	10,53
<i>Axonopus affinis</i>	6,55	<i>Piptochaetium montevidense</i>	7,98
<i>Soliva sessilis</i>	5,55	<i>Senecio brasiliensis</i>	5,81
<i>Mnesithea selloana</i>	3,57	<i>Sorghastrum pellitum</i>	4,81
<i>Paspalum dilatatum</i>	3,57	<i>Sporobolus aeneus</i>	3,77
<i>Desmodium incanum</i>	3,21	<i>Dichantherium sabulorum</i>	3,74
<i>Trifolium polymorphum</i>	2,73	<i>Chascolytrum subaristatum</i>	3,58
<i>Lolium multiflorum</i>	2,26	<i>Axonopus affinis</i>	3,02
<i>Piptochaetium montevidense</i>	2,20	<i>Baccharis crispa</i>	2,77
<i>Paspalum pumilum</i>	2,10	<i>Axonopus argentinus</i>	1,73
<i>Dichantherium sabulorum</i>	1,81	<i>Mnesithea selloana</i>	1,73
<i>Senecio brasiliensis</i>	1,79	<i>Trifolium riograndense</i>	1,73
<i>Baccharis crispa</i>	1,55	<i>Dichondra sericea</i>	1,57
<i>Scleria distans</i>	1,30	<i>Pteridium arachnoideum</i>	1,51
<i>Setaria parviflora</i>	1,21	<i>Macroptilium prostratum</i>	1,35
<i>Eragrostis plana</i>	1,18	<i>Axonopus compressus</i>	1,32
<i>Paspalum plicatulum</i>	1,13	<i>Aristida jubata</i>	1,26

<i>Carex phalaroides</i>	1,12	<i>Trichocline catharinensis</i>	1,19
<i>Dichondra sericea</i>	1,06	<i>Aristida flaccida</i>	1,07
<i>Baccharis coridifolia</i>	1,00	<i>Danthonia secundiflora</i>	0,97

*Cob. Rel: cobertura relativa.

2.6 Análise estatística

A análise estatística dos dados de produtividade foi realizada por região separadamente.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, no qual os diferentes sítios de coleta foram considerados os blocos. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) usando o procedimento Mixed no programa estatístico SAS 9.4, e as médias foram comparadas pelo Teste Tukey a 5% de significância.

O modelo da ANOVA incluiu como efeito fixo tratamentos (condições pastoris, CP), estações do ano (E) e as interações CP x E. O ano foi incluído como medida repetida no tempo. Os dados de produção de massa de forragem não apresentaram distribuição normal (Shapiro-Wilk; $P \leq 0,05$) e foram transformados por log. Os resultados são apresentados como médias ajustadas por LSMEANS (\pm erro padrão da média).

As variáveis de massa de forragem e altura do dossel foram analisadas por regressão, testando modelos lineares e quadráticos a 5% de significância. As relações entre a taxa de acúmulo com massa de forragem, características climáticas e de solo foram avaliadas através da análise multivariada de componentes principais pelo software JMP (versão 12, SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA).

3. Resultados

3.1 Variáveis produtivas

3.1.1 Altura do dossel e massa de forragem

A relação entre a altura do dossel e massa de forragem nas diferentes regiões do Rio Grande do Sul foi significativa ($P < 0.0001$) (Figura 2). Em todas as regiões analisadas, os melhores modelos ajustados pelo coeficiente de determinação (R^2) foi o linear, no qual há um aumento da MF (kg de MS ha^{-1}) com aumento da altura do dossel.

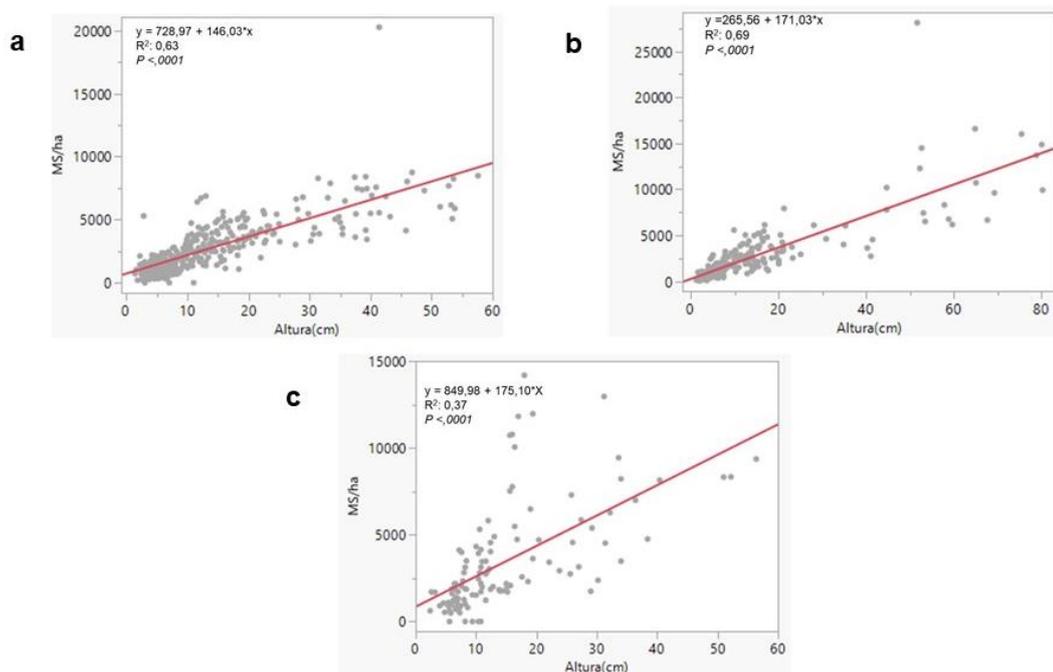


Figura 2 – Análise de Regressão entre altura (cm) e massa de forragem nas diferentes regiões do Rio Grande do Sul durante três anos de avaliação: a) região da Campanha; b) região da Depressão Central; c) região dos Campos de Cima da Serra).

Na região da Campanha representada pela equação $y = 728.97 + 176.03x$ ($R^2 = 0.63$). Cada centímetro (cm) de altura média da pastagem representa um aumento aproximado de 176 kg de MS ha^{-1} . Na Depressão Central, representada pela equação $y = 265,56 + 171,03x$ ($R^2 = 0.69$), cada cm de altura média da pastagem representa um aumento aproximado de 171 kg de MS ha^{-1} . Nos Campos de Cima da Serra, representada pela equação $y = 849,98 + 175,10x$ ($R^2 = 0.37$). Nessa região, cada cm de altura média da pastagem representa um aumento aproximado de 175 kg de MS ha^{-1} .

3.1.2 Massa de forragem

Ao avaliar as massas de forragem ao longo do ano, observou-se diferenças significativas em cada região (Tabela 3). Na região da Campanha a massa de forragem foi afetada pela interação entre condições pastoris e estação do ano ($P=0.0481$).

Na região da Depressão Central, a massa de forragem foi afetada apenas pelas condições pastoris (tratamentos) ($P<0.0001$). Na região dos Campos de Cima da

Serra, houve efeito das condições pastoris ($P < 0.0001$) e da estação do ano ($P = 0.0082$) na massa de forragem.

Tabela 3- Massa de forragem ao longo das estações nas diferentes regiões Campanha, Depressão Central e Campos de Cima da Serra e em diferentes condições pastoris (três níveis de massas de forragem) avaliadas por três anos.

Região Campanha									
Condição Pastoril	Estação				MSE	Média	P- Value		
	Out	Inv	Prim	Ver			Cond	Est	Cond*Est
Alta	5979.75 ^A	4803.38 ^A	4401.24 ^A	4531.01 ^A	204.01	4902.53 ^a	<.0001	0.0062	0.0481
Intermediária	2308.79 ^B	2167.97 ^{BC}	1980.17 ^{BC}	2208.95 ^B	90.45	2171.04 ^b			
Baixa	1234.35 ^{DE}	1323.78 ^{CD}	908.84 ^E	1102.22 ^{DE}	60.33	1140.39 ^c			
Média	3198.55 ^A	2765.04 ^{AB}	2430.08 ^B	2617.85 ^{AB}					
Depressão Central									
Alta	7741.02	4401.47	9464.38	7337.47	847.88	7243.88 ^a	<.0001	0.1738	0.2440
Intermediária	3335.96	1957.38	2652.54	2463.97	198.82	2591.81 ^b			
Baixa	907.92	1115.78	1068.36	925.44	64.15	998.30 ^c			
Média	2856.12	1943.93	2995.76	2506.96					
Região Campos de Cima da Serra									
Alta	6532.98	4825.07	4487.87	8276.67	551.84	6720.37 ^a	<.0001	0.0082	0.4602
Intermediária	2937.11	2410.58	2233.78	2999.87	203.89	2817.07 ^b			
Baixa	1546.76	1214.17	966.96	1597.20	316.87	1660.13 ^c			
Média	3672.28 ^{AB}	2816.61 ^B	2562.87 ^B	4291.24 ^A					

Os dados são apresentados em média e com o erro padrão da média (MSE). Diferentes letras minúsculas sobscritas na coluna denotam diferenças significativas de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) entre condições pastoris. Na linha letras maiúsculas sobscritas mostram diferenças entre estações de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$). As maiúsculas na linha e colunas centrais mostram diferença entre a interação condição pastoris*estação. Legenda: Out: Outono; Inv: Inverno; Pri: Primavera; Ver: Verão; Cond: Condição; Est: Estação; Cond*Est: Interação Condição*Estação.

Na região da Campanha houve efeito significativo da interação entre condição pastoril e estação do ano na massa de forragem ($P=0.004$). A MF na condição pastoril alta foi a mais elevada durante todas as estações. A condição pastoril baixa apresentou as menores MF, sendo a menor durante a primavera ($908.84 \text{ kg MS ha}^{-1}$).

Na Depressão Central houve efeito ($P = <.0001$) das condições pastoris na massa de forragem. Conforme esperado, a MF mais elevada foi encontrada na condição pastoril alta ($7243.88 \text{ kg MS ha}^{-1}$), seguida da condição intermediária ($2591.81 \text{ kg MS ha}^{-1}$) e por último da condição baixa com média de ($998.30 \text{ kg MS ha}^{-1}$).

Na região dos Campos de Cima da Serra não houve interação entre condição pastoril e estação do ano. Houve efeito apenas da condição pastoril ($P<.0001$). A maior MF foi encontrada na condição pastoril alta ($6720.37 \text{ kg MS ha}^{-1}$), seguida pela intermediária ($2817.07 \text{ kg MS ha}^{-1}$) e baixa ($1660.13 \text{ kg MS ha}^{-1}$). Com relação ao efeito das estações do ano, a maior MF foi durante o verão ($4291.24 \text{ kg MS ha}^{-1}$) e a menor durante a primavera e inverno ($2562.87 \text{ kg MS ha}^{-1}$ e $2816.61 \text{ kg MS ha}^{-1}$, respectivamente).

3.1.3 Taxa de acúmulo

Os resultados da produtividade primária, avaliada através da taxa de acúmulo ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) em cada região, demonstraram que houve diferença significativa nas taxas de acúmulo diárias de forragem devido a estação do ano apenas nas regiões da Campanha ($P=0.0001$) e Depressão Central ($P=0.05$).

Na tabela 4 são apresentadas as taxas de acúmulo nas três condições pastoris em cada estação do ano nas regiões distintas.

Tabela 4- Taxa de acúmulo ao longo das estações nas diferentes regiões Campanha, Depressão Central e Campos de Cima da Serra avaliadas em diferentes condições pastoris (três níveis de massas de forragem) por três anos.

Região Campanha									
Condição	Estação				MSE	Média	Cond	P- Value	
	Pastoril	Out	Inv	Pri				Ver	Est
Alta	-4.01	0.23	22.60	5.06	3.83	5.87	0.36	0.0001	0.09
Intermediária	12.53	-2.61	25.90	14.68	3.15	12.56			
Baixa	14.53	-9.57	9.36	12.84	2.30	7.63			
Média	7.81 ^{ab}	-3.98 ^b	18.78 ^a	10.82 ^a					
Depressão Central									
Alta	20.96	-8.55	12.39	13.24	6.94	9.76	0.95	0.05	0.92
Intermediária	10.40	1.81	7.53	18.43	3.19	9.23			
Baixa	16.52	-2.32	3.16	16.49	1.96	7.99			
Média	15.33 ^a	-1.79 ^b	6.07 ^{ab}	16.31 ^a					
Região Campos de Cima da Serra									
Alta	70.64	23.56	14.60	22.64	10.99	33.07	0.32	0.93	0.09
Intermediária	19.27	15.79	19.58	33.31	6.37	22.75			
Baixa	-9.34	21.96	28.33	22.40	7.78	39.57			
Média	28.05	20.44	21.49	26.35					

Os dados são apresentados em média e com o erro padrão da média (MSE). Diferentes letras minúsculas sobscritas na coluna denotam diferenças significativas de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) entre estações. Legenda: Out: Outono; Inv: Inverno; Pri: Primavera; Ver: Verão; Cond: Condição; Est: Estação; Cond*Est: Condição*Estação.

Na região da Campanha houve diferença significativa apenas entre estação do ano ($P = 0.0001$). As estações de maior taxa de acúmulo foram primavera e verão (18.78 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹ e 10.82 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente), e a de menor foi o inverno (-3.98 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹).

Na região da Depressão Central houve efeito significativo as estações ($P = 0.05$), as maiores taxas de acúmulo ocorreram durante o verão (16.31 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹) e outono (15.33 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹), a menor durante o inverno (-1.79 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹).

Na região dos Campos de Cima de Serra não houve diferença significativa entre condições pastoris ($P = 0.32$), estações do ano ($P = 0.93$) e não houve interação condição pastoril*estação ($P = 0.09$).

3.2 Componentes Principais

3.2.1 Taxa de acúmulo e variáveis climáticas

Ao realizar a análise multivariada de componentes principais entre taxa de acúmulo e variáveis climáticas nas diferentes regiões do Rio Grande do Sul em cada estação do ano, notam-se importantes relações entre variáveis ao longo do ano, sendo apresentadas nas figuras 3 (Campanha), 4 (Depressão Central), 5 (Campos de Cima da Serra).

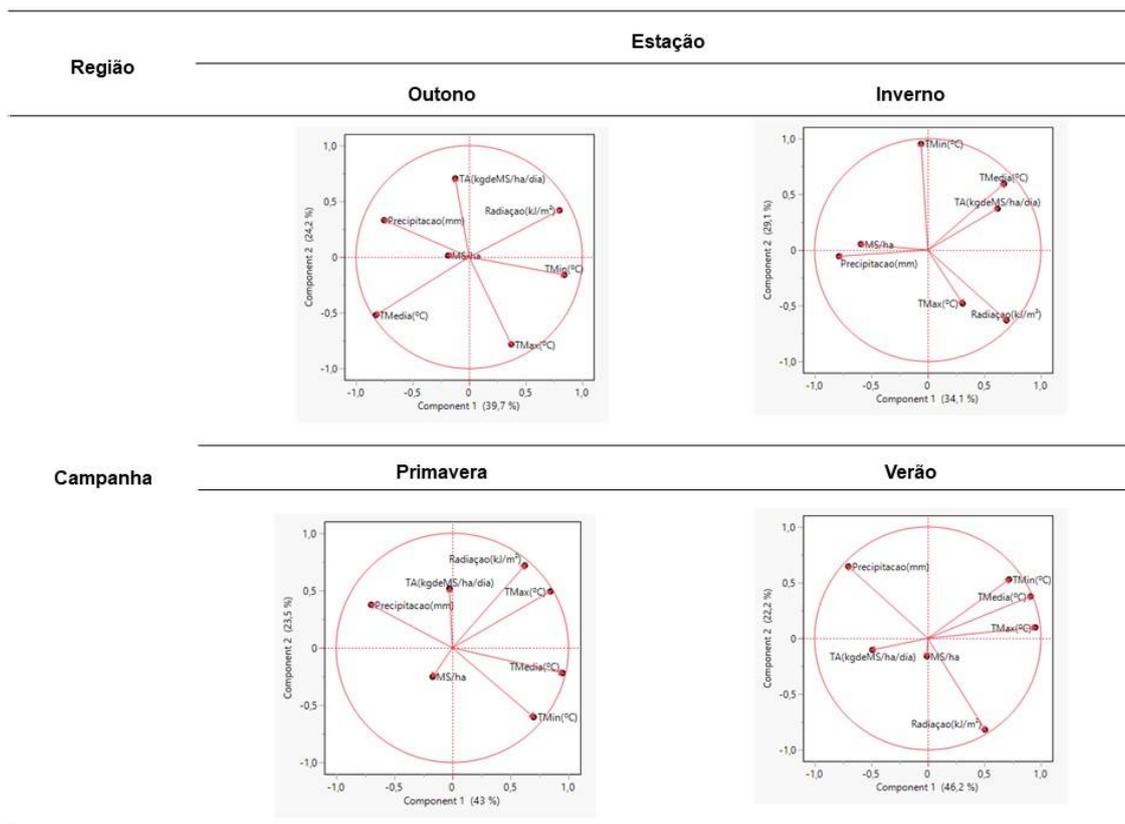


Figura 3 - Análise componentes principais incluindo a variável produtiva (taxa de acúmulo de forragem) e as variáveis climáticas na região da Campanha em cada estação do ano, durante três anos de avaliação.

Abreviação: TMédia (°C): Temperatura média; TMax (°C): Temperatura máxima; TMin (°C): Temperatura mínima; TA (kgMS/há/dia): Taxa de acúmulo; MS/ha: Massa de forragem por hectare. Tradução: Component: componente.

Os resultados da análise multivariada entre taxa de acúmulo de forragem e as variáveis climáticas na região Campanha, durante o outono nota-se relação entre a taxa de acúmulo e precipitação e radiação. No inverno verifica-se uma relação da temperatura média com a taxa de acúmulo. Durante a primavera e verão não se consegue visualizar claramente nenhuma estreita relação das variáveis climáticas na taxa acúmulo.

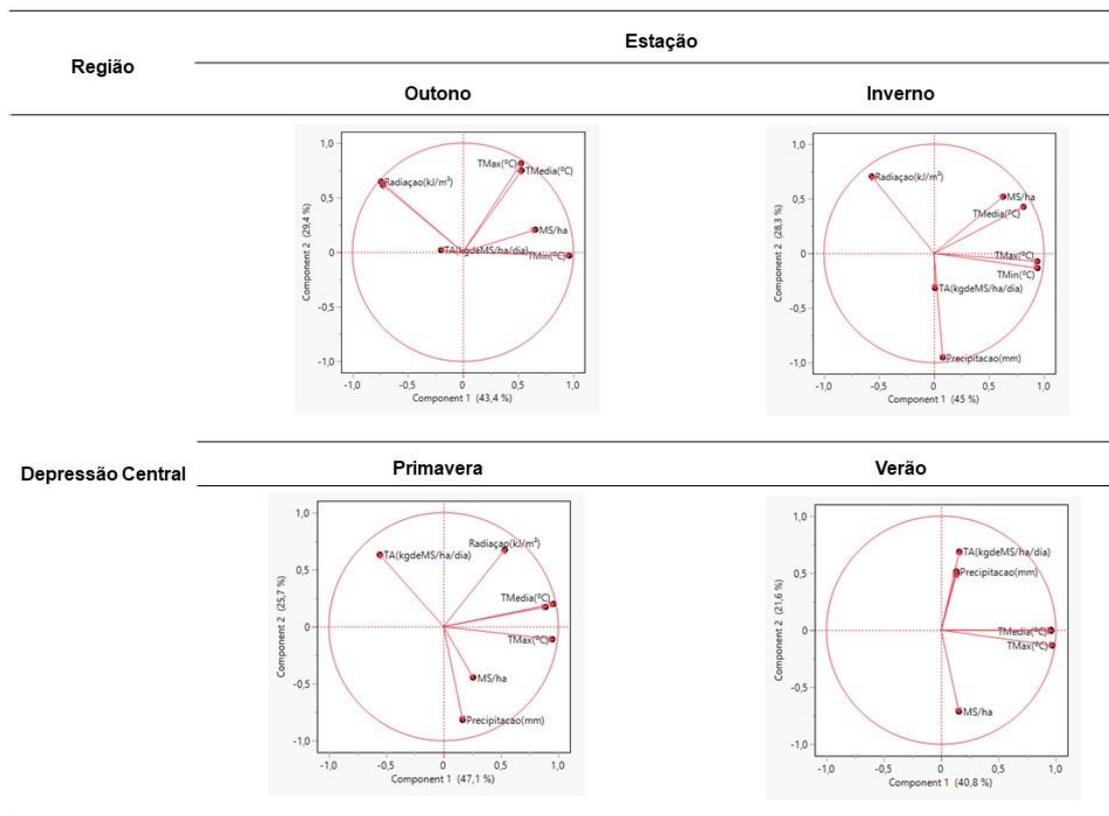


Figura 4- Análise componentes principais incluindo a variável produtiva (taxa de acúmulo de forragem) e as variáveis climáticas na Depressão Central em cada estação do ano, durante três anos de avaliação.

Abreviação: TMédia (°C): Temperatura média; TMax (°C): Temperatura máxima; TMin (°C): Temperatura mínima; TA (kgMS/há/dia): Taxa de acúmulo; MS/ha: Massa de forragem por hectare. Tradução: Component: componente.

Durante o outono e inverno na Depressão Central não se nota relação entre as variáveis analisadas. Na primavera, observa-se uma relação da taxa de acúmulo com a radiação e as temperaturas média e mínima. No verão, nota-se a relação estreita entre a taxa de acúmulo com a precipitação.

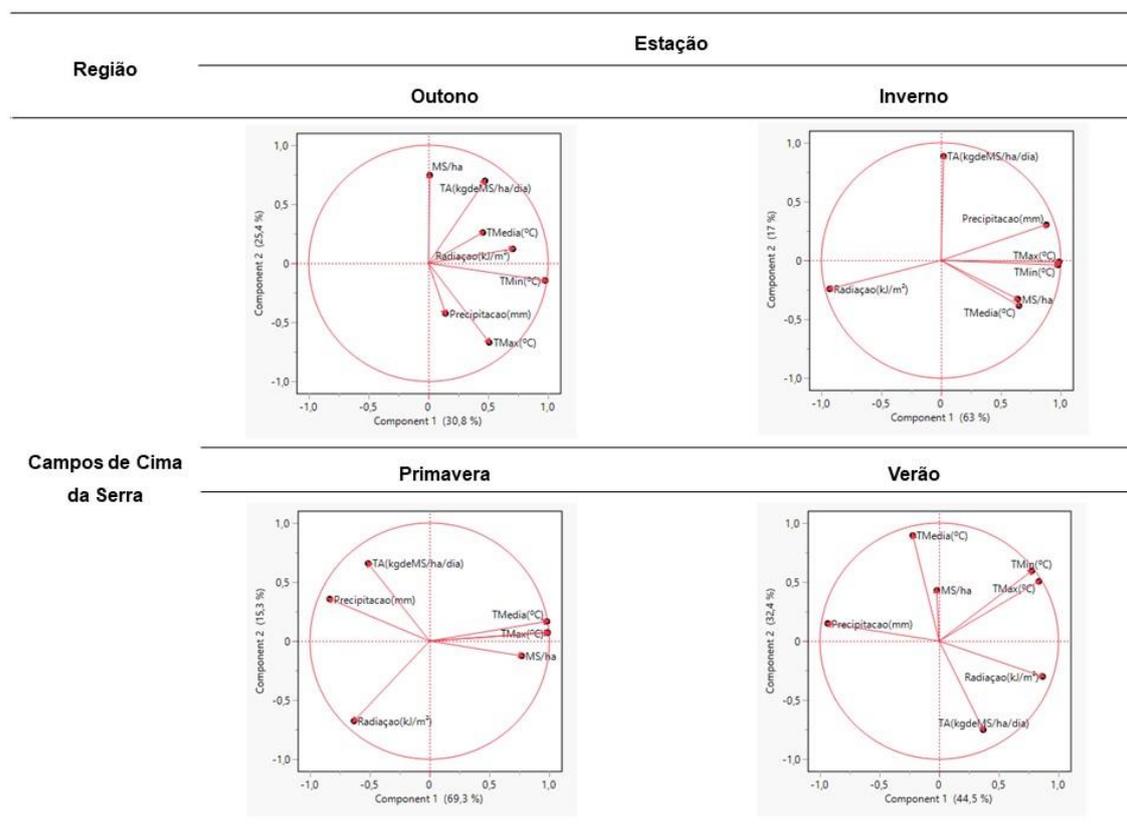


Figura 5- Análise componentes principais incluindo a variável produtiva (taxa de acúmulo de forragem) e as variáveis climáticas na região dos Campos de Cima da Serra em cada estação do ano, durante três anos de avaliação.

Abreviação: TMédia (°C): Temperatura média; TMax (°C): Temperatura máxima; TMin (°C): Temperatura mínima; TA (kgMS/há/dia): Taxa de acúmulo; MS/ha: Massa de forragem por hectare. Tradução: Component: componente.

Na região de Campos de Cima da Serra durante o outono nota-se a relação entre a taxa de acúmulo com a temperatura média e radiação. No inverno nota-se uma relação muito fraca entre a taxa de acúmulo tanto com a massa de forragem como com os dados climáticos. Durante a primavera nota-se uma relação clara entre a taxa de acúmulo e a precipitação. No verão nota-se a relação estreita entre a taxa de acúmulo e a radiação.

3.2.2 Análise Multivariada Taxa de acúmulo e Características do solo Campos Sulinos

Na análise multivariada de Componentes Principais entre a taxa de acúmulo e as características de solo indicam que não há uma correlação clara

entre as características dos solos e as taxas de acúmulo do campo nativo (figura 6).

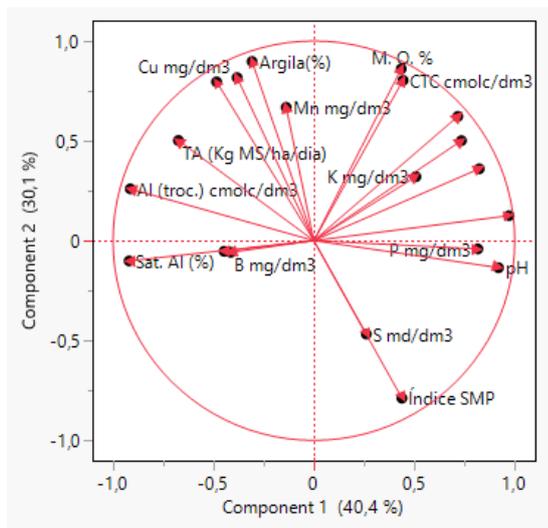


Figura 6 – Análise de componentes principais entre as características de solo e a taxa de acúmulo (kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹) nos Campos Sulinos.

Legenda: B: Boro; S: Enxofre; SA: Saturação por base; P: fosforo; Ca: Cálcio; Zn: Zinco; CTC: capacidade de troca de cátions; Mn: Magnésio; H+Al: Hidrogênio+Alumínio; Cu: Cobre; Al (troc.): Alumínio: trocável; TA (KgMS/ha/dia): Taxa de acúmulo (quilos de matéria seca por hectare); MS/ha: Massa de forragem por hectare. Sat. Alumínio: Saturação por alumínio.

4. Discussão

Os dados desse estudo mostraram uma regressão linear significativa e positiva entre massa de forragem e altura do dossel nas pastagens naturais em diferentes regiões dos campos nativos do Rio Grande do Sul, representando ao longo dos três anos de estudo (Figura 2 a, b e c). Esse resultado mostra que cada centímetro de altura da pastagem corresponde a 176 kg MS ha⁻¹, 171 kg MS ha⁻¹, nas regiões da Campanha e Depressão Central, respectivamente. É possível, então, estimar a massa através da altura, sabendo que o modelo explica 63% da variação ($R^2= 0.63$) na Campanha e 69% da variação ($R^2= 0.69$) na Depressão Central. Na região dos Campos de Cima da Serra, no qual cada centímetro de altura corresponde a 175 kg MS ha⁻¹ com um $R^2= 0.37$. O método mais rigoroso para determinar a disponibilidade da biomassa das pastagens é através do método direto, cortando e pesando a forragem em uma área conhecida (Harmony et al., 1997). Entretanto, esse método exige mais tempo e mão de obra, não sendo prático e acessível aos produtores para a realização

do ajuste da taxa de lotação. Neste estudo, desenvolve-se equações que permitem a estimativa da massa de forragem de acordo com a altura do dossel em pastagens naturais. De acordo com O'Donovan et al. (2002); Genro e Silveira (2018); Jaurena et al. (2018); Cruz et al. (2021) utilizar como base as medidas de altura do pasto na estimativa da massa de forragem é um método menos destrutivo e eficaz, reduzindo a necessidade de amostragem destrutiva, baseando-se apenas da relação positiva entre a altura e a disponibilidade de forragem de uma pastagem (Jaurena et al., 2018). Ou seja, não é necessário o corte do pasto, apenas a medida da altura de partes representativas do piquete ou área a ser estimada a massa.

Com dados de três anos de avaliação, encontrou-se modelos que explicam de 37 e 69% da relação entre altura e massa de forragem nas pastagens nativas campos nativos em diferentes regiões do Rio Grande do Sul. Kunrath et al. (2020), analisando 16 anos de estudos, realizando cinco medições de altura do pasto dentro de um quadrante $0,25 \text{ m}^2$ com o bastão, a fim de ajustar a massa de forragem em função da altura média do pasto da unidade experimental, encontraram que cada centímetro corresponde a $88.7 \text{ kg MS ha}^{-1}$ ($R^2= 0.93$) em pastagens cultivadas de inverno. Esse resultado mostra que as pastagens do campo nativo são mais densas que pastagens cultivadas de azevém e aveia nessa mesma região.

Resultados descritos em outros trabalhos realizados em pastagens naturais também encontraram regressão linear entre a massa de forragem e altura. Genro e Silveira (2018) ao avaliar as relações entre massa e altura nos tratamentos: pastagem natural, pastagem natural melhorada por fertilização e pastagem natural melhorada por fertilização e introdução de espécies hibernais (azevém e trevo vermelho) e em cada estação do ano na região da Campanha, encontrou equações similares, significando assim que a equação pode ser utilizada durante todo o ano, na referida região. Demonstrando que existe uma relação linear positiva entre a massa de forragem e a altura ($R^2=0.88$), e cada centímetro de aumento na altura do pasto aumenta 231.5 kg na massa de forragem. Elejalde et al. (2012) ao avaliar a relação entre a altura e massa de forragem encontrou regressão linear positiva ($r=0.81$) na região da Campanha. Entretanto, de acordo com os autores, é importante considerar, na interpretação desses resultados, que uma altura igual em pastagens diferentes ou a mesma

pastagem em épocas diferentes pode possuir diferentes massas de forragem, principalmente em pastagens pluriespecíficas onde se deve considerar além da densidade de forragem, a composição florística, sendo necessário o acompanhamento frequente da altura da pastagem.

A maior precisão na equação das regiões (Campanha e Depressão Central) poderá auxiliar os produtores a monitorar a disponibilidade de forragem e conseqüentemente na realização do melhor ajuste de carga, de forma mais fácil, rápida e prática. Estudos na região subtropical do Brasil mostram que a altura do pasto é uma ferramenta prática e confiável no manejo das pastagens (Carvalho et al., 2010; Kunrath et al., 2014), auxiliando os produtores a definir a taxa de lotação de suas pastagens de forma a otimizar a produtividade das pastagens naturais e conseqüentemente a produção animal (Trindade et al., 2016a; Genro e Silveira 2018). A menor precisão na equação para a região dos Campos de Cima da Serra, pode ser explicado pela composição florística destes campos e o manejo adotado nos mesmos. A vegetação característica é de grandes extensões de campo dominadas por capim caninha (*Andropogon lateralis*) (Boldrini 2009), de crescimento cespitoso, em forma de touceiras. Overbeck et al., (2015) destacam que os fatores edafoclimáticos e de manejo foram responsáveis pela formação e característica, afetaram as fisionomias vegetais que resultando em uma estrutura de pasto heterogênea, formada por um estrato inferior (composto por espécies prostradas) e um estrato superior (composto por espécies cespitosas). Neves et al. (2009) na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul, ao avaliar a relação entre a altura e massa de forragem em pastagem nativa, sendo realizadas as avaliações no estrato efetivamente pastejável (entre touceiras), onde o pasto, em tese, apresenta menor heterogeneidade estrutural, resultando em uma regressão linear positiva ($r = 0.87$). No presente trabalho as avaliações eram realizadas incluindo touceira, não somente o estrato inferior.

Os resultados das variáveis produtivas (massa de forragem e taxa de acúmulo) do campo nativo na região Campanha apresentaram diferença estatística entre as estações. A estação de menor massa de forragem foi durante a primavera e maior durante o outono. As maiores massas de forragem durante o outono, provavelmente é conseqüência do acúmulo das estações com temperaturas mais elevadas, e função do ciclo das espécies predominantes

nestes campos. Para Moojen e Maraschin (2002) a disponibilidade de forragem é expressão da taxa de acúmulo diário de matéria seca pelo tempo transcorrido. No presente trabalho a condição pastoril alta, que representaria alta oferta de forragem e baixa carga animal, apresentou os maiores valores em todas as estações. A estação de menor crescimento (taxa de acúmulo) foi durante o inverno. De Rosa et al. (2019) as estações do ano têm grande influência na produção de forragem no campo nativo, que pode apresentar crescimento nulo no outono e inverno, ou atingir taxas de acúmulo diários em torno de 30 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹ na primavera e verão. No presente estudo as estações de maior crescimento foram durante a primavera (18 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹) e verão (10 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹). O resultado durante a primavera foi semelhante ao encontrado por Pinto (2011) na mesma região, obtendo taxas de acúmulo na primavera de 18 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹. Já durante o verão, os resultados para taxa de acúmulo do presente trabalho diferem de Pinto (2011), que obteve uma taxa de acúmulo de 27 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹, quando no presente trabalho de 10 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹. De acordo com Soares et al. (2005) a taxa de acúmulo é bastante variável e está fortemente influenciada pelas condições meteorológicas de cada experimento. A região da Campanha durante o período de avaliação apresentou baixos índices pluviométricos no verão, o que deve ser influenciado na produtividade forrageira dos campos. Ao comparar a média de volume pluviométrico durante o verão nos anos de avaliação com as normais climáticas apresentadas pelo INMET (2020) há diferença de 49mm a menos nesta região durante o verão.

Na região da Depressão Central não houve diferença significativa entre as estações do ano na massa de forragem com uma média anual de 2.575 kg de MS ha⁻¹. A taxa de acúmulo apresentou diferença significativa entre as estações do ano. A menor produção ocorreu durante o inverno (-1.79 kg de MS há⁻¹ dia⁻¹), e as maiores durante o verão (16.31 kg de MS há⁻¹ dia⁻¹) e outono (15.33 kg de MS há⁻¹ dia⁻¹). A menor produção durante o inverno e maior durante o verão, são resultados semelhantes encontrados por Maraschin (2001); Carvalho et al. (2006); Thurow et al. (2009); Junges et al. (2016), Jochims et al. (2017), Fontana et al. (2018) na região. De acordo com Rosa et al. (2019) as maiores taxas de acúmulo durante o verão e a primavera em decorrência do

clima favorável que auxiliam o crescimento de espécies estivais, principalmente (C4), que compõem maior parte da biomassa produzida no campo nativo. Na Depressão Central, os resultados mostram que o outono não diferiu do verão, resultado semelhante descrito por Trindade et al. (2016b). De acordo com os autores, as maiores taxas de acúmulo observadas no verão e outono, pode ser justificado pela contribuição majoritária de espécies de estação quente, sendo as maiores contribuições dadas por gramíneas.

Na região dos Campos de Cima da Serra houve diferença significativa na massa de forragem de acordo com a estação do ano. A maior massa de forragem foi durante o verão e menor no inverno. Resultados justificados pela composição florística destes campos, serem predominantes de ciclo C4. Não houve diferença significativa entre as estações do ano na taxa de acúmulo da Região dos Campos de Cima da Serra com uma média anual de 24 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹. Com menores crescimento durante o inverno (20.44 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹) e primavera (21.49 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹). Essa falta de diferença pode ser explicada tanto pela grande variabilidade de espécies, devido a biodiversidade, e ao manejo das pastagens realizado pelos produtores e/ou responsáveis pela área. O menor valor durante o inverno é justificado pelas condições climáticas desfavoráveis para o crescimento vegetal, com baixas temperatura e formação de geadas. Entretanto, durante a primavera, que apresenta condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento de gramíneas C4, nem sempre demonstra esse crescimento devido ao acúmulo de material morto durante o inverno. De acordo com Overbeck et al. (2009), os proprietários, em geral, ajustam a lotação de suas pastagens pela capacidade de suporte do inverno, ou seja, a carga animal colocada nesses campos é baixa em relação a oferta de forragem. Ao analisar a composição de campos, nota-se a predominância do capim-caninha (*Andropogon lateralis*), que é altamente produtiva e bastante fibrosa no outono, não sendo muito aceita pelos animais. Essa pastagem durante o inverno senesce devido ao frio, favorecendo a um excesso de material morto durante a primavera/verão que leva ao sombreamento das folhas inferiores e a diminuição do crescimento. Uma forma de amenizar esse problema poderia ser através da utilização de roçadas para redução do excesso de forragem. Entretanto, essa ferramenta geraria custos aos produtores. Uma das formas para superar essas dificuldades é adequar a carga animal, usando elevada lotação de animais de

baixo requerimento alimentar durante o inverno (Jochims et al., 2013) com fornecimento de sal proteínado para estimular o consumo de forragem de baixa qualidade.

Os resultados da análise multivariada entre a taxa de acúmulo e variáveis climáticas nas diferentes regiões do Rio Grande do Sul, em cada uma das estações, demonstram a influência das temperaturas mínima e máxima, precipitação e radiação solar na taxa de acúmulo do campo nativo. Conforme McIVOR (1984), as características relacionadas ao clima podem afetar diretamente o crescimento vegetal e variam consideravelmente entre estações e entre anos (Webby e Bywater, 2017; Fontana et al., 2018).

Durante o outono notou-se a influência positiva das temperaturas mínima e máxima com a taxa de acúmulo na Região dos Campos de Cima da Serra. Já na Campanha nota-se a influência negativa na temperatura máxima durante o outono na taxa de acúmulo. Na primavera nota-se a influência negativa da temperatura mínima na taxa de acúmulo na região Depressão Central. A temperatura é responsável pela ativação dos processos químicos dos vegetais, portanto tem grande influência no desenvolvimento e crescimento vegetativo. Durante a primavera acontece gradualmente o aumento da temperatura em relação ao inverno e conseqüentemente o desenvolvimento das espécies de ciclo C4. As baixas temperaturas neste período podem inibir o início do desenvolvimento das espécies de temperaturas quentes. De acordo com Bergamaschi (2007) temperaturas mais elevadas aceleram o desenvolvimento vegetal, enquanto que baixas temperaturas prolongam o ciclo.

Durante o verão foi possível notar a influência negativa da temperatura máxima e radiação, e positiva da precipitação na taxa de acúmulo nos campos da Campanha e Depressão Central. De acordo Fontana et al. (2018) no Rio Grande do Sul predomina o clima subtropical chuvoso, sem ocorrência de estação seca. Porém, com variação importante na oferta de chuva ao longo do ano e grande variabilidade entre os anos, influenciando no crescimento da vegetação diferenciado ao longo do ano e entre anos. Para Berreta et al. (2001) na maioria das primaveras e em verões chuvosos os campos produzem uma quantidade de forragem superior a demanda dos animais. Entretanto, no caso de verões secos, com relatos de estiagem, pode ocorrer a diminuição na produção de forragem (Castilhos et al., 2011). Esses resultados mostram a

marcada importância da precipitação, principalmente nos períodos mais quentes do ano e maior produção forrageira.

Além da influência dos fatores climáticos, a taxa de acúmulo foi influenciada negativamente na Depressão Central pela massa de forragem. Os resultados deste estudo reforçam a importância do manejo das pastagens, pois a influência negativa da massa no crescimento da taxa de acúmulo aconteceu quando havia maior e menor massa. Quando há o volume excessivo de massa de forragem, as folhas localizadas na parte superior limitam a captação de luz pelas folhas do estrato inferior da pastagem, interferindo negativamente no seu crescimento (Curan et al., 2010). Ao se trabalhar com cargas animal muito elevadas são causados problemas associados ao manejo da desfolha excessiva (Poli et al., 2019), diminuindo a área de índice foliar, e, conseqüentemente, a produtividade vegetal. Segundo Nabinger (2002), a interceptação da radiação solar pela vegetação é a primeira condição para a constituição do fluxo de energia do sistema, sendo esta dependente da área foliar, ou seja, das folhas verdes que são a parte fotossintetizadora das plantas. Representando assim o grande dilema no manejo de pastagem, pois ao mesmo tempo, essas folhas precisam ser consumidas pelos herbívoros em sua alimentação (Fontoura Junior et al., 2007). Muitos trabalhos (Moojen e Maraschin, 2002; Soares et al., 2005; Nabinger, 2006; Neves et al., 2009) têm demonstrado que ofertas de forragem moderadas nos campos Sul Brasileiros são mais vantajosas, tanto do ponto de vista produtivo quanto ambiental. De acordo com Nabinger (2006) níveis de oferta adequados permitem que ao ser pastejada menos intensamente a pastagem mantenha mais folhas e, portanto, realize mais fotossíntese, absorva mais carbono e assim cresça mais, e atenta às necessidades dos animais.

Embora existam diferenças entre os solos nos Campos Sulinos, no presente trabalho, não se nota relação entre as variações das taxas de acúmulo e as características do solo. Pallarés et al. (2005) destacam que o Rio Grande do Sul possui solos com elevada acidez e baixa disponibilidade de nutrientes, principalmente fósforo (P), o que pode limitar o crescimento da pastagem nativa. Entretanto, ainda de acordo com os mesmos autores, as espécies de gramíneas nativas estão adaptadas a este ambiente e conseguem produzir 2.075 a 3.393 kg MS/ha ao longo do ano, apesar das limitações de químicas do solo. Esse resultado mostra que a importância das características química dos solos no

crescimento das pastagens está correlacionada com vários outros fatores como condições climáticas (temperatura, radiação solar, umidade, precipitação), características físicas do solo, genética adaptativa das plantas, massa de forragem, e que as características químicas do solo acabam tendo uma baixa relação com a taxa de acúmulo da pastagem.

5. Conclusão

-Gerou-se equações que permitem estimar a massa de forragem em cada região através da altura da pastagem. Com maior precisão nas regiões: Depressão Central e Campanha, e com menor precisão nos Campos de Cima da Serra.

-Em três anos de avaliação, observou-se que os campos nativos das diferentes regiões do Rio Grande do Sul apresentam variação nas taxas de acúmulo devido a fatores climáticos e a massa de forragem. Essa variação não permite, muitas vezes, observar diferenças significativa nas taxas de acúmulo conforme a estação do ano em algumas regiões. Entretanto, verificou-se também que as respostas das taxas de acúmulo e massas de forragem podem ser distintas conforme a região, e essas diferenças devem ser levadas em consideração em futuros estudos.

- Notou-se na região da Campanha, período de maior massa de forragem foi durante o outono e o de menor foi na primavera. A menor taxa de acúmulo de forragem, independente da condição pastoril, durante o inverno, e maior durante a primavera e verão. Contudo, não se notou influência da massa de forragem na taxa de acúmulo nesta região.

- Na Depressão Central houve diferença significativa na taxa de acúmulo entre as estações. Nota-se o menor crescimento durante o inverno e maior no verão e outono. Periodos esses onde se notou a influência negativa na massa de forragem na taxa de acúmulo.

- Nos campos da região dos Campos de Cima da Serra, não houve diferença significativa entre as taxas de acúmulos nas diferentes estações do ano, mas nota-se os menores crescimentos durante o inverno e primavera. As baixas taxas de acúmulo no inverno, muito provavelmente, são causadas pelas baixas temperaturas. Durante a primavera o excesso de massa de forragem acumulada nas estações com temperaturas mais quentes, que não é consumido

pelos animais durante o inverno, sombreia as folhas localizadas no estrato inferior da pastagem, limitando a captação de luz, interferindo negativamente no crescimento.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os proprietários rurais que permitiram a realização deste trabalho em suas propriedades. Agradecemos também o apoio do Professor Dr. Valério De Patta Pillar e de todos que ajudaram na coleta de dados a campo.

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

Lívia R. Irigoyen <https://orcid.org/0000-0001-6412-5847>

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

Referências bibliográficas

- Barthram, G. T. (1985) Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: Hill Farming Research Organization. [S.l.]: n/Biennial Report, p. 29-30, 1985.
- Behling, H.; Jeske-Pieruschka, V.; Schüller, L.; Pillar, V.P. (2009) Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. Campos Sulinos: conservação e uso sustentável. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Cap. 1, parte 1, p. 13 - 25.
- Berretta, E. J.; Risso, D. F.; Bemhaja, M. (2001). Tecnologias para melhorar a produção de forragem em solos de Basalto. In: Tecnologias forrajeras para sistemas ganaderos do Uruguai. INIA Tacuarembó. Série Técnica, n. 76, pág. 1-37.
- Bergamaschi, H. (2007). O clima como fator determinante da fenologia das plantas. *In*: REGO, C.M.; NEGRELLE, R.R.B.; MORELATTO, L.P.C. Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos. Colombo: Embrapa Florestas. ISBN 978-85-89281-12-6. Capítulo 16. pp. 291-310.

- Boldrini, I. L. (2009). A flora dos Campos do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V. D. P. et al. Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. 403p.
- Carvalho, P. C. F. (2006) Access to land, livestock production and ecosystem conservation in the Brazilian Campos biome: the natural grasslands dilemma. *In: International Conference on Agrarian Reform and Rural Development. FAO, Proceedings...*2006. Disponível em www.fao.org/icarrd
- Carvalho, P.C.de F.; Rocha, L. M. da.; Baggio, C.; Macari, S.; Kunrath, R. E.; Moares, A.D. (2010). Structural and productive characteristic of oat and ryegrass mixed pastures managed in four intensities with variable stocking rate. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Volume 39, Number 9, pp. 1857-1865(9). DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000900001>
- 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. (2019). *Nativão: 30 anos de pesquisa em campo nativo*. Porto Alegre: Via Pampa, 2019. Porto Alegre: Via Pampa, 2019
- Castilhos, Z. M. de S.; Nabinger, C.; Vargas, A. F. da C.; Gomes, M. F. de A.; Pires, G. da S.; Gomes, R. G. C. (2011) Circular Técnica: Unidade de validação: práticas de manejo do campo nativo em área de pecuarista familiar em solo suscetível à arenização no Bioma Pampa. – Porto Alegre: Fepagro, 2011. 21 p. – Circular Técnica, n. 27. ISSN 0104-9097. Acessado dia 10 de janeiro de 2024.
- Comissão de Química e Fertilidade do Solo - CQFS-RS/SC. Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 11. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul; 2016.
- Curran, J., Delaby, L., Kennedy, E., Murphy, J. P., Boland, T. M., & O'donovan, M. (2010). Sward characteristics, grass dry matter intake and milk production performance are affected by pre-grazing herbage mass and pasture allowance. *Livestock Science*, 127(2-3), 144-154.
- Cruz, N. T.; Pires, J. V.; Sousa, B. M. de L.; Jardim, R. R.; Fries, D. D.; Dias, D. L. S.; Bonomo, P. Ramos, B. L. P. (2021) Métodos de avaliação em pastagens com ou sem animais. *PUBVET* v.15, n.12, a995, p.1-18, Dez., 2021.
- De Rosa, F.Q.; Bremm, C.; Machado, R. D. Efeito da oferta de forragem na estrutura do pasto (2019). In: CARVALHO, P. C. F. *et al.* (ed.). *Nativão: + de 30 anos de pesquisa em campo nativo*. Porto Alegre: Via Pampa, 2019.
- 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>
- Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária -EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos Brasília: Embrapa; Rio de Janeiro, (2018). 306p.ISSN 1982-5382

- 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. *Irrigation and Agrometeorology • Bragantia* 77 (2) • Apr-Jun 2018. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.2017222>
- Fontoura Júnior, J. A. S.; Carvalho, P. C. F. C.; Nabinger, C.; Silva, J. L. S.; Pinto, C. E.; Crancio, L. A. (2007). 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.
- Genro, T. C. M.; Silveira, M. C. T. (2018). Uso da altura para ajuste de carga em pastagem. *Comunicado Técnico* 101. Embrapa.
- Harmoney, K. R.; Moore, K. J.; George, J. R.; Brummer, E. C.; Russel, J. R. (1997). Determination of pasture biomass using four indirect methods. *Agronomy Journal*, v. 89, n. 4, p. 665–672.
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Disponível em: <portal.inmet.gov.br>
- Jaurena, M.; Porcile, V.; Baptista, R.; Carriquiry, E.; Díaz, S. (2018). La regla verde: Una herramienta para el manejo del campo natural. *Revista INIA* - Nº 54.
- Jochims, F.; Poli, C. H. E.; Carvalho, P. C. F.; David, D. B.; Campos, N. M. F.; Fonseca, L.; Amaral, G. A. (2013). 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., 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>
- Kunrath, T. R.; Nunes, P.A.de.A.; Souza Filho, W.de.; Cadenazzi, M.; Bremm, C.; Martins, A.P.; Carvalho, P.C.F.C. (2020) Sward height determines pasture production and animal performance in a long-term soybean-beef cattle integrated system. *Agricultural Systems*. Volume 177, January 2020, 102716. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102716>
- Kunrath, TR, Cadenazzi, M., Brambilla, D. M., Anghinoni, I., Moraes, A., Barro, R. S., Carvalho, P.C.F. (2014). Management targets for continuously stocked mixed oat x annual ryegrass pasture in a no-till integrated crop–livestock system. *European Journal of Agronomy*. 57, 71–76. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.09.013>
- Londo, G. (1976). The decimal scale for relevés of permanent quadrats. *Vegetatio* Vol. 33, 1: 61-64, 1976.

- Maraschin, G. E. (2009) Manejo do campo nativo, produtividade animal, dinâmica da vegetação e adubação de pastagens nativas do sul do Brasil. In: PILLAR, V. D. P. et al. Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. 403p.
- Maraschin, G.E. (2001). Production potential of South America grasslands. In: International Grassland Congress, 19., 2001, São Pedro. Proceedings... São Pedro: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2001. p.5-15
- Mclvor, J. G. (1984). Leaf growth and senescence in *Urochloa mosambicensis* and *U. oligotricha* in a seasonally dry tropical environment. Australian Journal of Agricultural Research 35: 177-187.
- Moojen E.L & Maraschin, G. E. (2002) Potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a níveis de oferta de forragem. Ciênc. Rural 32(1): 127-132. ISSN 0103-8478. 2002
- Nabinger, C. (2002) Sistemas de pastoreio e alternativas de manejo de pastagens. In: Ciclo de palestras em produção e manejo de bovinos. Ênfase: Manejo reprodutivo e sistemas de produção em bovinos de corte. 7, 2002, Canoas. Anais... Canoas: Ulbra, 2000. p.7-60.
- Nabinger, C. (2006) 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.; Ferreira, E. T.; Freitas, A. K.; Carvalho, P. C. F.; Sant'Anna, D. M. (2009). Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: PILLA, V. D. P. et al. Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. 403p.
- 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: SUTTIE, J. M.; REYNOLDS, S. G.; BATELLO, C. Grasslands of the world. Rome: FAO, 2005. p.171-179.
- Pinto, M. F. Características estruturais, fitossociológicas e produtividade de um campo sobre basalto superficial. (2011). Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- Poli, C. H. E. C.; Jochims, F.; Monteiro, A. L. G.; Carvalho, P. C. F. (2009) Ovinocultura no bioma Pampa. In: PILLAR, V. D. P. et al. (ed.). Campos sulinos. Brasília, DF: MMA, 2012. p. 229–236.
- O'Donovan, M., Dillon, P., Rath, M., & Stakelum, G. (2002). A comparison of four methods of herbage mass estimation. Irish Journal of Agricultural and Food Research, 17-27.
- Overbeck, G. E.; Müller, S. C.; Fidelis, A.; Pfadenhauer, J.; Pillar, V. P.; Blanco, C. C.; Boldrini, I. O.; Both, R. Forneck. (2009) Os campos sulinos: um bioma negligenciado. In: PILLAR, V. D. P. et al. (ed.). Campos sulinos. Brasília, DF: MMA, 2009. p. 26-41.

- Overbeck, GE; Boldrini, II; Carmo, MRBC; Garcia, ÉN; Moro, RS; Pinto, CE; 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.
- Quadros, F., L. F.; Cruz, P; Theu, JP. (2006). 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.
- 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>
- 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*. a. 69(1), 59–67. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2015.10.002>
- Trindade, J. P. P.; Volk, L. B. S.; Quadros, F. L. F.; Coelho, A. A.; Pinheiro, C. L. (2016). Massa de Forragem e Taxa de Acúmulo de Campo Nativo em Sistemas de Produção de Pecuária Familiar da Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul. b. XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA ZOOTEC 2016 Cinquenta Anos de Zootecnia no Brasil Santa Maria - RS, 11 a 13 de maio de 2016. Disponível em: Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1055466/massa-de-forragem-e-taxa-de-acumulo-de-campo-nativo-em-sistemas-de-producao-de-pecuaria-familiar-da-serra-do-sudeste-do-rio-grande-do-sul>
- Soares, AB; Carvalho, PC; Nabinger, C; Semmelmann, C; Trindade, JKD; Guerra, E; Freitas, TS; Pinto, CE; Fontoura Junior, JÁ; Frizzo, A. (2005). Produção animal e de forragem em pastagem nativa submetida a distintas de forragem. *Ciência Rural*. 35, 1148-1154. Doi: 101590/S0103-84782005000500025
- Soares, A. B.; Mezzalira, J. C.; Bueno, E. A. C.; Zotti, C. F.; Tirelli, L. A.; Cassol, L. C.; Marceniuk, L. V.; Adami, P. F.; Sartor, L. R. (2006). Efeitos de diferentes intensidades de pastejo em pastagem nativa melhorada sobre o desempenho animal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 1, p. 75-83.
- Vélez-Martin, E., Chomenko, L.; Madeira, M.; Pillar, V. P. (2015). Políticas públicas para os Campos. in: Pillar, V.D.P., Lange, O. (Eds.), Os Campos Do Sul. Rede Campos Sulinos - UFRGS, Porto Alegre, p. 192.
- Webby, R.W.; Bywater, A.C. (2017) Principles of feed planning and management. *In: RATTRAY, P.V.; BROOKES, I.M.; NICOL, A.M. (ed.) Pasture and Supplements for Grazing Animals*. Cambridge: New Zealand Society of Animal Production, 2017. In. 14, cap. 12, p. 189-224. (ISBN: 0-473-05236-9).

INFORMAÇÕES DE APOIO

APÊNDICE S1 Localização dos seis sítios de pesquisa estabelecidos em pastagens nas diferentes regiões do Rio Grande do Sul, e classificação do solo, de acordo com Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – (Embrapa, 2018).

Município	Região	Coordenadas geográficas	Altitude	Classificação do Solo
Aceguá	Campanha	31°38'55,0" S e 54°09'26,0" W	167 m	Chernossolo Ebânico Carbonático vértico
Alegrete	Campanha	30°04'09,0" S e 55°59'28,0" W	185 m	Neossolo Regolítico Húmico
Lavras do Sul	Campanha	30°41'55,0" S e 53°58'12,0" W	330 m	Neossolo Regolítico Húmico / Argissolo Vermelho-amarelo
Eldorado do Sul	Depressão Central	30°06'09,4" e 51°40'56,0" W	46 m	Argissolo Vermelho- amarelo distrófico
Encruzilhada do Sul	Depressão Central	30°23'28,1" S e 52°28'02,3" W	200 m	Argissolo Vermelho- amarelo distrófico húmico
Vacaria	Campos de Cima da Serra	28°11'08,19" S e 51°01'56,40" W	970 m	Cambissolo Húmico alumínico típico / Latosolo Bruno distrófico típico

APÊNDICE S2 Atributos químicos e classificação do solo de acordo com o Manual de Adubação e Calagem do Rio Grande do Sul e Santa Catarina dos sítios de pesquisa localizados no Rio Grande do Sul a partir de amostras coletadas no início das coletas a uma profundidade de 0 a 20 cm.

Sítio	Argila (%)	pH	P mg/d m³	K mg/dm³	M. O. %	Al (troc.) cmolc/dm³	Ca (troc.) cmolc/dm³	Mg (troc.) cmolc/dm³	CTC cmolc/dm³	Sat. Bases (%)	Sat. Al (%)
Aceguá	28,3	5,2	3,2	151,0	4,4	0,4	7,4	3,4	18,6	60,3	3,1
Alegrete	34,0	5,3	4,3	161,0	6,4	0,1	12,6	4,5	25,0	70,0	0,4
Lavras	23,0	5,2	3,7	115,0	4,2	0,2	5,7	2,5	16,4	52,3	1,9
Eldorado	19,0	4,7	1,3	53,0	2,4	1,0	1,0	0,6	8,3	21,0	35,0
Encruzilhada	20,3	5,4	4,7	179,7	3,6	0,1	2,6	1,7	8,5	56,3	3,0
Vacaria	54,0	4,7	2,2	154,7	5,1	1,4	2,1	1,9	15,8	27,7	23,4

Sítio	Ph	P mg/dm³	K mg/dm³	M. O.	Ca (troc.) cmolc/dm³	Mg (troc.) cmolc/dm³	Sat. Bases (%)	Sat. Al (%)
Aceguá	Médio	Baixo	Alto	Alto	Muito alto	Muito alto	Alto	Muito baixo
Alegrete	Médio	Baixo	Alto	Muito alto	Muito alto	Muito alto	Muito alto	Muito baixo
Lavras	Médio	Baixo	Alto	Alto	Alto	Muito alto	Alto	Muito baixo
Eldorado	Baixo	Muito Baixo	Médio	Baixo	Muito baixo	Médio	Médio	Médio
Encruzilhada	Médio	Muito Baixo	Muito Alto	Alto	Médio	Alto	Alto	Muito baixo
Vacaria	Baixo	Baixo	Alto	Muito alto	Médio	Alto	Médio	Médio

APÊNDICE S3 Dados climáticos de temperatura (mínima, máxima e média) e precipitação acumulada e radiação dos sítios de pesquisa por região em cada estação durante o período de coleta de dados (janeiro/2019 a fevereiro/2020 e outubro/2021 a agosto/2023).

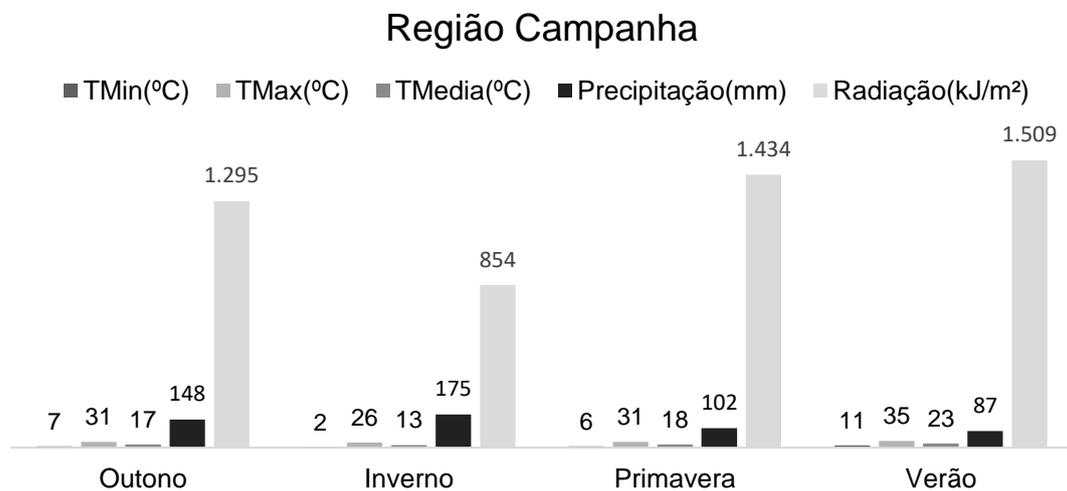


Figura 7- Dados climáticos de temperatura (mínima, máxima e média) e precipitação acumulada e radiação na região da Campanha durante o período de coleta de dados (janeiro/2019 a fevereiro/2020 e outubro/2021 a agosto/2023).

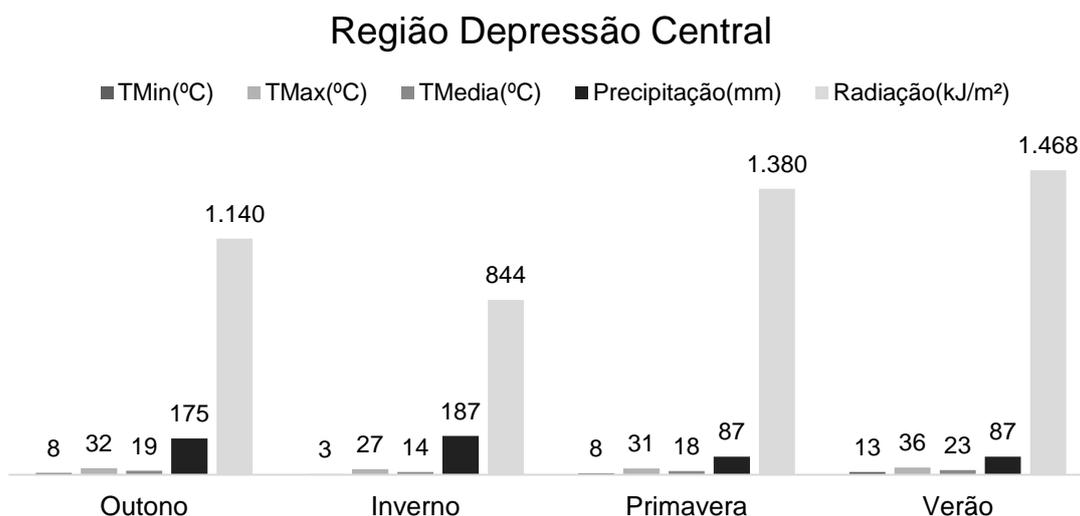


Figura 8- Dados climáticos de temperatura (mínima, máxima e média) e precipitação acumulada e radiação na Depressão Central durante o período de coleta de dados (janeiro/2019 a fevereiro/2020 e outubro/2021 a agosto/2023).

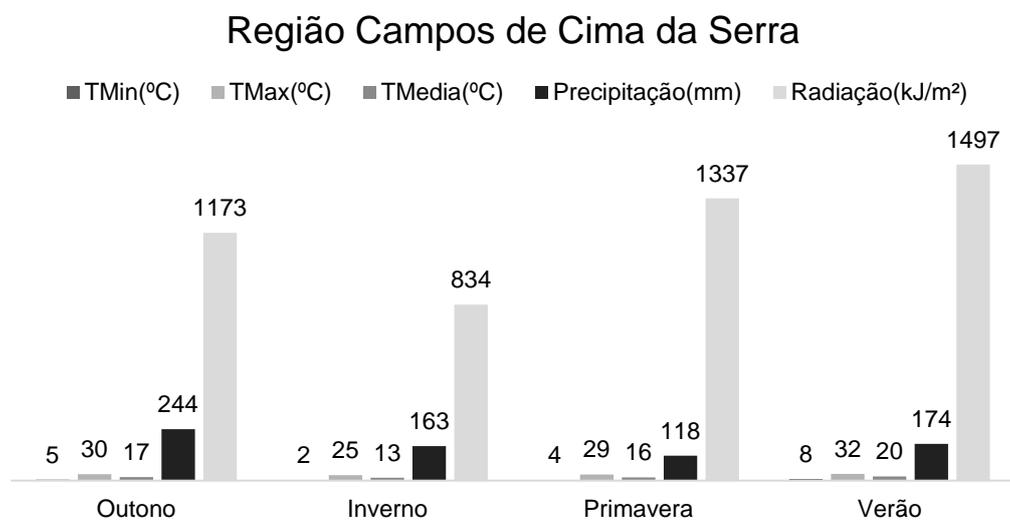


Figura 9 - Dados climáticos de temperatura (mínima, máxima e média) e precipitação acumulada e radiação na região dos Campos de Cima da Serra durante o período de coleta de dados (janeiro/2019 a fevereiro/2020 e outubro/2021 a agosto/2023).

CAPÍTULO III*

* Artigo apresentado de acordo com as normas da revista New Zealand Journal of Agricultural Research.

Caracterização da composição florística dos campos nativos do sul do Brasil em diferentes condições pastoris

Lívia Irigoyen^a, Cesar Poli^a

^a Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

**Autor correspondente: cesar.poli@ufrgs.br*

Caracterização da composição florística dos campos nativos do sul do Brasil em diferentes condições pastoris

Resumo

Os campos naturais contam com grande diversidade de espécies vegetais, como gramíneas e leguminosas, que são importantes fontes de alimentação de ruminantes. Entretanto, o manejo adotado nestes campos pode modificar a sua composição florística. Com objetivo de caracterizar a composição das espécies vegetais dos campos naturais, foi realizada a avaliação de levantamento florístico em sítios nos biomas Pampa e Mata Atlântica. O estudo foi realizado no bioma Pampa (6 locais) e bioma Mata Atlântica (2 locais) através da avaliação de levantamento florístico em outubro de 2023, período de maior diversidade nos campos naturais dos campos da região sul do Brasil. Foram avaliados três níveis (quantidades) de massas de forragem, representando três distintas condições pastoris: Alta, Média e Baixa. Os resultados do presente estudo demonstram a dominância das gramíneas (poaceas) nos campos naturais nos dois biomas (Pampa e Mata Atlântica). No Pampa, há uma maior cobertura relativa da espécie *Paspalum notatum* Flüggé e, na Mata Atlântica de *Andropogon lateralis* Ness. Ao caracterizar a cobertura das espécies nas massas de forragem (alta, baixa e média) em cada um dos biomas, nota-se a superioridade das espécies *Andropogon lateralis* Ness nas massas de forragens Alta e Média, e *Paspalum notatum* Flüggé na massa de forragem Baixa nos dois biomas. Pode-se concluir que os campos nativos dos biomas na região subtropical do Brasil apresentam predominância das gramíneas em sua cobertura. Os resultados demonstram que a biomassa Média favorece a maior diversidade da composição e conseqüentemente na cobertura destes campos nos dois biomas, contribuindo para o balanceamento da dieta de ruminantes.

Palavras-chave: *Andropogon lateralis*; *Axonopus affinis*; composição florística; *Paspalum notatum*; manejo.

Introdução

Os Campos Sulinos, ecossistemas naturais da região Sul do Brasil apresentam alta biodiversidade (Boldrini 2009; Pillar et al. 2009), e constituem a base alimentar para a produção de ruminantes. Sendo essa uma das principais atividades econômicas no estado do Rio Grande do Sul (Nabinger e Carvalho 2009). A diversidade dos Campos Sulinos é evidenciada quando

consideramos que estes estão inseridos em dois biomas diferentes: o bioma Pampa, representado pelos campos da metade sul e oeste do Rio Grande do Sul, com a paisagem dominada pela vegetação campestre, e o bioma Mata Atlântica formado pela vegetação campestre do Planalto Sul-Brasileiro, na porção norte do Rio Grande do Sul e nos estados de Santa Catarina e Paraná (Overbeck et al. 2015).

A biodiversidade dos Campos Sulinos é amplamente reconhecida em seus aspectos e potencialidades florísticas, a qual é raramente encontrada em outros ecossistemas pastoris do planeta (Quadros et al. 2011). Segundo Andrade et al. (2023), são cerca de 450 espécies de Poaceas (aqui tratadas como gramíneas) e 200 espécies de Fabaceae (leguminosas). As gramíneas são dominantes, contribuindo entre 65 a 80% da biomassa aérea destes campos (Quadros et al. 2009; Boldrini et al. 2015), e apresentam um bom valor nutricional como base forrageira. É importante destacar a associação de espécies de gramíneas com rotas metabólicas C3 (hibernais) e C4 (perenes estivais) no mesmo ambiente (Beretta 2001; Boldrini 2009), influenciando na produção e qualidade nutricional nestes campos. No entanto, outras famílias apresentam alta contribuição de espécies, como as compostas (Asteraceae) e as leguminosas (Fabaceae), por vezes modificando a fisionomia dos campos (Boldrini et al. 2015).

Há fisionomias muito distintas nos Campos Sulinos, sendo o clima, solo e relevo, e o manejo os principais fatores que determinam as diferenças entre as fisionomias campestres em escala regional (Overbeck et al. 2015). De acordo com estes autores as diferenças climáticas são bem claras e influenciam a composição das espécies nestes campos. Além das variações climáticas, o tipo de manejo utilizado nestas pastagens pode ter grande influência. Observa-se, por exemplo, que a vegetação campestre nas zonas tropicais e subtropicais evolui sob a influência do fogo e do pastejo e pisoteio dos herbívoros (Overbeck et al. 2015). O uso de fogos é frequente nos campos presentes no bioma Mata Atlântica. O produtor tenta reduzir a necessidade de eliminar a elevada massa de forragem acumulada durante o verão/outono e beneficiar a regeneração da primavera (Boldrini 2009; Overbeck et al. 2015, 2009). Para Fraser et al. (2022), os ruminantes influenciam na biodiversidade das pastagens por meio de seu impacto na estrutura do pasto e na composição florística. Os Campos Sulinos são a base forrageira utilizada para a produção de bovinos de corte no Rio Grande do Sul (Nabinger 2006), tratando-se de um caso singular em que a produção animal e a conservação da biodiversidade integram sistemas produtivos com sustentabilidade ambiental (MAPBIOMAS 2023). Nesse

sentido, os campos Sulinos são ecossistemas sujeitos a alterações na sua comunidade vegetal, devido a perturbações relacionadas com o pastoreio.

A cobertura vegetal condicionada pelo ambiente físico elabora diariamente, através da fotossíntese, a matéria seca que serve de alimento e compõe a dieta do animal em pastejo (Maraschin 2009). O crescimento desta massa de forragem é o produto da ação integrada de vários fatores como a altitude, o tipo de solo, as condições climáticas e a flora presente (Pallarés et al. 2005, Maraschin 2009). A massa de forragem presente nos campos nativos é consequência direta da oferta de forragem ($\text{kg de matéria seca } 100 \text{ kg}^{-1} \text{ de peso vivo dia}^{-1}$) e a intensidade de desfolha determinante (Cruz et al. 2010; Mezzalira et al. 2012; Nabinger et al. 2011; Neves et al. 2009). Para Fontoura et al. (2007) o conceito errôneo de que lotação seja sinônimo de produtividade é um dos causadores da baixa produtividade da pastagem nativa. O efeito das intensidades de pastejo sobre a dinâmica da vegetação é o resultado de padrões de desfolha impostos que determinam a substituição de espécies de acordo com suas capacidades de adaptações morfológicas e plásticas (Nabinger et al. 2011).

O efeito das intensidades de pastejo na produção vegetal, animal e parâmetros ambientais tem sido estudado com profundidade especificamente na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul em um experimento de longa duração desde 1986 (Nativão...). Por outro lado, de acordo com Andrade et al. (2019) é necessária uma análise abrangente das tendências da comunidade vegetal nos dois domínios fitogeográficos da região sul do Brasil (bioma Pampa e Mata Atlântica) e a contribuição efetiva da composição florística às suas pastagens (Andrade et al., 2019). Sendo assim, o objetivo do presente estudo então é caracterizar a composição florística e suas respectivas coberturas nos campos nativos dos biomas Pampa e Mata Atlântica em distintas condições pastoris.

Material e métodos

Áreas de estudo e massas de forragem

O estudo foi realizado em área de campos naturais dos biomas Pampa e Mata Atlântica no estado do Rio Grande do Sul, Brasil, em outubro de 2023, período de maior diversidade florística destes campos. Ao total foram oito sítios de pesquisa que compreenderam propriedades privadas e instituições públicas de reserva ecológica e pesquisa. No anexo A1 são apresentadas mais informações da localização dos sítios (coordenadas, latitude e longitude) e

respectiva classificação de solo de acordo com Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – (Embrapa, 2018). Segundo a classificação de Köppen, o clima dessas regiões do bioma Pampa é classificado como clima subtropical úmido (Cfa). A temperatura média anual é de 17,2 °C e a precipitação anual varia de 1.414 a 1.665 mm (Moreno 1961). O clima dessas regiões do bioma Mata Atlântica é classificado como clima temperado úmido (Cfb) segundo a classificação de Köppen. A precipitação anual varia de 1.500 a 2.100 mm, com temperatura média anual de 12,5 °C (Moreno 1961).

Para representar cada bioma, comparou-se três quantidades de massas de forragem representando três distintas condições de pastoreio em cada sítio de pesquisa:

Baixa – campo nativo com biomassa baixa, característico de alta carga animal, alta intensidade de pastejo e baixa oferta de forragem;

Média – campo nativo com biomassa média, característico de carga animal e oferta de forragem intermediário;

Alta: campo nativo com biomassa alta, característico de baixa carga animal, baixa intensidade de pastejo e elevada oferta de forragem.

Os sítios de pesquisas localizaram-se em diferentes regiões: (1) situado na região do Litoral, na cidade de Tavares; (2) localizado na região da Depressão Central do RS, em Eldorado do Sul; (3) na região da Serra do Sudeste, em Encruzilhada do Sul; e os sítios em Aceguá (4), Lavras do Sul (5) e Alegrete (6) localizados na região da Campanha gaúcha, representaram o bioma Pampa. Para representar o bioma Mata Atlântica, as avaliações foram realizadas em dois sítios de pesquisa, localizados na região dos Campos de Cima da Serra, nos municípios de Jaquirana (7) e Vacaria (8).

Manejo nos sítios

Nos sítios de pesquisa de Tavares, Aceguá, Lavras do Sul, Alegrete, Jaquirana e Vacaria, o levantamento foi realizado em áreas de 0,5 ha (70m²), áreas que fazem parte do projeto de Pesquisa Ecológica de Longa Duração (PELD), que vem sendo conduzido desde 2010. As condições pastoris Baixa e Média foram estabelecidas em um piquete de manejo convencional, normalmente pastejado por bovinos em sistema de pastejo contínuo, o produtor ajustava o número de animais na área conforme manejo tradicional de cada região. Para a condição pastoril Alta foi utilizado um piquete de manejo “conservativo”, caracterizado pelo controle de acesso do gado na parcela. O piquete de manejo conservativo é pastejado a um intervalo definido pela

soma térmica acumulada de 550 graus-dia. Esse intervalo visa manter tanto a contribuição de gramíneas conservadoras de recursos (crescimento em touceiras) como de gramíneas prostradas e de crescimento mais rápido, conforme grupos funcionais propostos por Quadros et al. (2006). A quantidade de animais é ajustada para que o gado permaneça na parcela no máximo dois dias até ser atingido um nível estimado de resíduo de em torno de 10 cm de altura em média.

No sítio de pesquisa de Eldorado do Sul, foram utilizados três piquetes de 3 a 5 ha de uma área de campo nativo de um experimento de longa duração que vem sendo conduzido desde 1986 na Estação Experimental Agronômica da UFRGS. Neste sítio a condição pastoril Baixa foi estabelecida em um piquete manejado para manter uma oferta de forragem diária de 4% (4 kg de matéria seca (MS) para cada 100 kg de peso vivo (PV)). Para a condição pastoril Média, foi utilizado um piquete manejado para manter uma OF de 8% do PV na primavera e de 12% do PV no verão, outono e inverno. Já a condição pastoril Alta foi estabelecida em um piquete manejado para manter uma OF de 16% do PV. Os três piquetes são manejados com bovinos de corte sob pastoreio contínuo e lotação variável para manter as respectivas ofertas de forragem. No sítio de pesquisa de Encruzilhada do Sul, desde de 2018, foram utilizados dois piquetes de campo nativo submetidos ao manejo típico praticado pelo produtor, normalmente sob pastejo contínuo com bovinos e ovinos. A condição pastoril Baixa foi alocada separadamente em um piquete caracterizado por uma alta intensidade de pastejo. Em outro piquete com intensidade de pastejo mais moderada, foram identificadas duas áreas com biomassa média e outra com biomassa alta para alocação das condições pastoris Média e Alta, respectivamente.

A identificação das condições pastoris em cada sítio foi através de alturas médias obtidas em cada local. Ao chegar nos sítios (Aceguá, Alegrete, Encruzilhada, Tavares, Jaquirana e Vacaria) eram medidos 50 pontos. Em Eldorado do Sul eram 75 pontos, já que eram três piquetes. Após os pontos medidos as alturas eram classificadas de maior a menor. As cinco maiores alturas geraram a altura média referência para a condição pastoril Alta. As cinco menores para a condição baixa e, as intermediárias para a condição média.

Levantamento florístico

A avaliação de levantamento florístico ocorreu em outubro de 2023, período de maior diversidade nos campos naturais da região Sul do Brasil. O levantamento florístico foi realizado por uma bióloga treinada, com larga experiência na identificação de espécies nestes campos.

Os pontos definidos para a realização do levantamento nas áreas do PELD (Tavares, Jaquirana, Vacaria, Aceguá, Lavras do Sul e Alegrete) foram em locais demarcados anteriormente, uma vez que essa avaliação nestas áreas ocorre a cada dois anos. Em Eldorado do Sul e Encruzilhada, os pontos para a realização do levantamento foram definidos de forma a caracterizar os piquetes anteriormente descritos. Para a determinação das condições pastoris (alta, média e baixa) em cada bioma foram utilizadas alturas médias referencias, as mesmas são apresentadas na tabela 1. Os pontos foram delimitados em uma área de 1 m², através da utilização de um quadro. Avaliou-se um total de 108 pontos no bioma Pampa, sendo 6 no tratamento na condição de pastoreio Alta de campo nativo 49 no Média e 53 no Baixa. No bioma Mata Atlântica foram 36 pontos de avaliação, sendo 14 na condição pastoril Alta, 11 na Média e 11 na Baixa. O levantamento florístico foi realizado conforme Londo (1976).

Massa de forragem

A medida da massa de forragem foi feita de forma direta, através do corte da massa de forragem total junto ao solo, acima do material morto que não está preso a planta (mantilho). Foram realizados três cortes (quadrados de 0,25m²) por condição pastoril. As amostras foram acondicionadas em sacos separados devidamente identificados, levadas a estufa de ar forçado a 60°C por no mínimo 72h, posteriormente serão pesadas e suas proporções calculadas.

Cobertura relativa das espécies

O levantamento florístico foi descrito pela observação e listagem de todas as espécies presentes dentro de um quadro de 1m x 1m. As coberturas de cada espécie foram estimadas visualmente de acordo com escala de zero (não presente) a 10 (cobertura total da área) (0,1, 0,5, 1, 2... 10) adaptadas de Londo (1976).

A partir dessa estimativa, calculou-se a cobertura relativa conforme equação abaixo:

$$\text{Cobertura Relativa} = \text{cobertura absoluta} / \text{soma total da cobertura absoluta.}$$

Onde, a Cobertura Absoluta é a cobertura da referida espécie/número de pontos amostrados.

Resultados

No levantamento florístico foram registradas um total de 296 espécies nos campos do bioma Pampa e 190 no bioma Mata Atlântica, sendo apresentadas na Tabela 2 apenas as de maior expressividade (todas as espécies estão apresentadas no anexo A3).

As espécies de maior porcentagem na cobertura dos campos naturais do Rio Grande do Sul nos dois biomas foram: *Paspalum notatum* Flüggé e *Andropogon lateralis* Ness. Elas são duas gramíneas (poaceae) de crescimento estival. Observou-se no Pampa uma maior porcentagem em cobertura da espécie *Paspalum notatum* Flüggé (14,65%), e no Mata Atlântica da espécie *Andropogon lateralis* Ness (14,86%). Entretanto, há uma importante variação na composição botânica conforme a massa de forragem nas diferentes áreas.

Na massa de forragem Alta do bioma Pampa as espécies com maior porcentagem na cobertura foram: *A. lateralis* (16,89%) e *A. affinis* (10,98%). Na massa de forragem Média os maiores índices de participação na cobertura foram as espécies: *A. lateralis* (11,32%), *Paspalum notatum* Flüggé (9,49%) e *A. affinis* (8,22%). Na massa de forragem Baixa houve uma maior participação das espécies *P. notatum* (21,76%), *Soliva sessilis* Ruiz & Pav (10,25%) e *A. affinis* (4,55%).

No bioma Mata Atlântica, na massa de forragem Alta, a espécie *A. lateralis* (25,44%) apresentou o maior percentual de cobertura seguida pela espécie *Senecio brasiliensis* (Spreng.) Less. (13,98%). Na massa de forragem Média nota-se a superioridade das espécies *A. lateralis* (22,32%), *Piptochaetium montevidense* (Spreng.) Parodi (10,41%) e *P. notatum* (6,80%). Na massa de forragem baixa observou-se as espécies *P. notatum* (19,77%), *P. montevidense* (9,21%), *Sporobolus aeneus* (Trin.) Kunth (7,60%) e *A. affinis* (4,92%).

Discussão

Os resultados demonstram que campos nativos dos biomas Pampa e Mata Atlântica apresentam maior cobertura relativa (%) de gramíneas. Esse resultado também foi observado por diversos outros trabalhos (Boldrini et al. 2015; Quadros et al. 2009; Cruz et al. 2010), sendo as gramíneas *P. notatum* Flüggé e *A. lateralis* Nees as espécies mais reportadas. Para Nabinger e

Dall’Agnol (2020) as referidas espécies são mais dominantes nos campos naturais do Sul do Brasil, em região subtropical, e não são muito encontradas em regiões tropicais e temperadas.

Nos campos do bioma Pampa, a gramínea da espécie *Paspalum notatum* Flüggé foi superior às demais espécies, sendo também mais frequente na maioria das formações campestres do Sul do Brasil (Nabinger e Dall’Agnol 2020). Ainda de acordo com os autores, essa espécie apresenta inúmeros ecótipos com adaptações às mais variadas condições de solo, clima e manejo, tornando-se assim mais predominante, principalmente em áreas com baixa massa de forragem. De acordo com Overbeck et al. (2015) as gramíneas rasteiras (rizomatosas ou estoloníferas) conseguem recuperar a sua biomassa foliar rapidamente após ser removida pelo animal e podem se manter mesmo sob condições de uma alta intensidade de pastejo (Santos et al. 2014). A reação da planta à desfolhação envolve características adaptativas fisiológicas e morfológicas, tais como a restrição de carboidratos durante o crescimento da planta e a plasticidade fenotípica, a qual confere tolerância da planta ao pastejo (Briske 1991). Quadros et al. (2015) ao classificar as gramíneas nativas em tipo funcional, classificou a espécie *Paspalum notatum*, no grupo de gramíneas prostradas que cresce mais rapidamente e suas folhas morrem mais rapidamente, assim reciclam mais rapidamente a biomassa, os nutrientes presentes no solo e têm maior valor nutricional para os herbívoros. Dessa maneira, campos com predominância dessas espécies podem ser manejados com intervalos entre pastoreios mais curtos e/ou lotações mais altas, conseguindo manter sua a proporção e produtividade nesta espécie (Santos et al. 2014; Quadros et al. 2015; Nabinger e Dall’Agnol 2020).

A segunda espécie com maior percentual de cobertura nos campos do bioma Pampa foi a *A. lateralis* Nees (capim caninha). De acordo com Boldrini et al. (2015) a estrutura da vegetação campestre geralmente é formada por gramíneas, que podem ter hábito rasteiro (espécies prostradas) ou mais ereto (espécies cespitosas, formam touceiras). De acordo com a classificação proposta por Quadros et al. (2015), o capim caninha faz parte do grupo funcional de gramíneas que cresce mais lentamente, porém como as folhas duram mais, quando comparado com *Paspalum notatum*, por exemplo, resulta em uma maior reserva de pasto, entretanto com menor valor nutricional. Ao se manejar pastagens com predominância desta espécie recomenda-se intervalos entre pastejos mais longos, permitindo a expressão do potencial de acúmulo (Quadros et al. 2015). Em alguns casos, áreas com predominância de *A. lateralis* Nees (capim caninha) podem ser consideradas como reserva de pasto para utilização em períodos de escassez e/ou períodos estratégicos.

No presente estudo, nota-se também a presença da leguminosa *Desmodium incanum* (Sw.) DC., espécie perene, com hábito de crescimento de prostrado a ascendente e estolonífera, com grande plasticidade. De acordo com Boldrini (2009) as leguminosas representam em torno de 8 % da cobertura desde campos, e dentre os gêneros mais encontrados destacam-se *Desmodium*, *Adesmia*, *Trifolium*, *Medicago*. A leguminosa encontrada em maior frequência no presente estudo *Desmodium incanum* (Sw.) DC apresenta potencial forrageiro (produção e qualidade), e, quando bem manejada torna-se importante constituinte do campo nativo, sendo possivelmente uma fonte de nitrogênio importante ao sistema. A simbiose entre as raízes do *Desmodium* e bactérias (*Rhizobium* spp.) pode aumentar o teor de matéria orgânica do solo (Nabinger e Dall'Agnoll 2020; Boldrini et al. 2015) e o teor de proteína na dieta de ruminantes.

Os dados do presente estudo demonstraram que a vegetação dos campos do bioma Mata Atlântica é constituída por gramíneas entouceiradas como o capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees), que muitas vezes é a espécie dominante. O capim-caninha quando pastejado durante a primavera e verão, períodos de maior crescimento, permite que essa espécie floresça menos e forme touceiras menores, tornando-se assim mais atrativa aos animais. Esse manejo melhora a qualidade da forragem para ruminantes (Boldrini et al. 2015; Nabinger e Dall'Agnoll 2020). Ainda de acordo com os autores, caso contrário, são formadas touceiras muito altas (até 120 cm) de baixa qualidade nutricional para os animais, em função, principalmente da alta proporção de colmos. Quadros et al. (2015) destacam a importância ecológica desta espécie na composição botânica dos campos nativos, pois essa protege as espécies de baixo porte que se estabelecem junto às suas touceiras, garantindo assim a manutenção de uma maior diversidade. No bioma Mata Atlântica, a segunda espécie de maior percentual de cobertura foi *Paspalum notatum* Flügge. De acordo com Boldrini et al. (2015) em regiões onde as temperaturas de inverno são mais frias e os verões mais amenos, essa espécie é encontrada abaixo das touceiras de *A. lateralis* Nees, em uma estratégia de evitar o pastejo. Em elevadas pressões de pastejo, as gramíneas prostradas, como o capim-forquilha (*Paspalum notatum*) e a grama-tapete (*Axonopus affinis*) cobrem o solo e passam também a dominar.

Ao analisar o percentual de cobertura das espécies identificadas em cada tratamento e em cada bioma nota-se que há uma marcada influência do tipo de manejo na cobertura das espécies. No bioma Pampa na massa de forragem Alta, a espécie com maior porcentagem na cobertura foi *A. lateralis* (capim caninha). A massa de forragem Alta é muitas vezes reflexo de um manejo com baixa carga animal. Nesse caso, o capim caninha domina o espaço com grandes

touceiras, reduzindo a relação folha:colmo e o consumo pelos animais. Isso o torna dominante na vegetação (Boldrini 2009; Overbeck et al. 2015; Nabinger e Dall’Agnol 2020). Na massa de forragem Média nota-se as seguintes espécies com maior porcentagem na cobertura: *A. lateralis*, *A. affinis* e *P. notatum*. De acordo com Overbeck et al. (2015) ao se manejar os campos naturais com carga animal adequada, ou seja, com menor pressão de pastejo, a vegetação fica mais heterogênea e há o desenvolvimento de dois estratos, um rasteiro dominado por espécies rizomatosas, como o capim-forquilha (*Paspalum notatum*) e estolonífera, como a grama-tapete (*A. affinis*), e um mais alto, estrato superior, com gramíneas entouceiradas (cespitosas) e arbustos, com predomínio de espécies de hábito de crescimento cespitoso e mais lignificadas, como a gramínea *A. lateralis* Nees (Thurow et al. 2009; Bremm et al. 2012; Ferreira et al. 2020).

Na massa de forragem Baixa nota-se as maiores proporções na cobertura das espécies de hábito prostrado: *P. notatum* (21,76%) e *S. sessilis* (10,25%), *A. affinis* (4,55%). De acordo com Boldrini (2009) e Overbeck et al. (2015), quando a pressão de pastejo é mais intensa, a vegetação é composta apenas pelo estrato rasteiro e baixo, e dominada pelas gramíneas rizomatosas (*Paspalum notatum*) ou estoloníferas (*A. affinis*). Para Boldrini (2009), quando a carga animal está acima da capacidade de suporte do campo, a comunidade vegetal torna-se rala, com exposição da superfície do solo, ambiente propício para a germinação das sementes de compostas como, por exemplo, *S. sessilis*, *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist, *Senecio madagascariensis* Poir, *S. brasiliensis* (maria-mole), as quais muito rapidamente ocupam a área. Algumas dessas espécies podem ser tóxicas para os ruminantes, podendo, inclusive, levar o animal a morte. Entretanto, Boldrini et al. (2015) destaca que estas espécies são plantas mais raramente consumidas pelos animais e, no seu entorno, as gramíneas muito palatáveis, como as flechilhas e os cabelos-de-porco (*Nassella* spp. e *Piptochaetium* spp.) se protegem da herbivoria, conseguindo florescer e frutificar, mantendo e/ou aumentando suas populações.

No bioma Mata Atlântica, nos tratamentos Alto e Médio a espécie *A. lateralis* Nees foi superior às demais. Para Overbeck et al. (2015) os campos naturais do bioma Mata Atlântica são constituídos, predominantemente, por gramíneas entouceiradas em que o capim-caninha (*A. lateralis* Nees) é a espécie dominante. De acordo com Andrade et al. (2019) e Overbeck et al. (2015) a estrutura e composição botânica existentes nos campos nativos no bioma Mata Atlântica foram moldadas ao longo dos anos por um conjunto de fatores relacionados ao clima, ao solo, à baixa intensidade de pastejo e ao manejo antrópico histórico na região, como o uso do fogo. Na ausência do pastejo ou com baixa carga animal, as gramíneas cespitosas, como o

capim-caninha (*A. lateralis* Nees), dominam e praticamente não há ocorrência do estrato rasteiro (Overbeck et al. 2015). Esse manejo permite o desenvolvimento de espécies da família Compostas, como o *Senecio brasiliensis*, segunda espécie de maior proporção de cobertura quando a massa de forragem é alta. É importante destacar que as gramíneas entouceiradas tendem a acumular muita biomassa, o que causa a redução da diversidade de espécies menores, mas ao seu redor são encontradas plantas mais frágeis, como a cola-de-lagarto (*Mnesitaea selloana*) ou aquelas que completam seu ciclo reprodutivo no início da primavera, como espécies de *Chascolytrum* (Boldrini et al. 2015; Overbeck et al. 2015).

No tratamento de massa de forragem Baixa, a espécie com maior cobertura em relação às demais foi o *P. notatum*, gramínea rizomatosa que se desenvolve rente ao solo. Para Overbeck et al. (2015), abaixo das touceiras de *A. lateralis* Nees as plantas prostradas, como o capim-forquilha (*Paspalum notatum*) e a grama-tapete (*Axonopus affinis*) cobrem o solo e passam também a dominar. Ao se tratar com altas cargas nestes campos, acontece a dominância deste tipo de espécie de crescimento prostrado.

No presente estudo na massa de forragem Alta, tanto no bioma Pampa quanto no Mata Atlântica, a espécie *A. lateralis* Nees (capim caninha) foi predominante as demais espécies de interesse forrageiro. Estudos anteriores realizados em áreas específicas de campo nativo mostram resultado semelhante. Observa-se que a diversidade florística é alterada de acordo com a intensidade de pastejo. Quando a intensidade de pastejo é intermediária, a diversidade aumenta. Quando a intensidade é muito alta ou muito baixa a diversidade florística diminui rapidamente, influenciando diretamente na produção animal. Entretanto, observou-se nesse estudo que na massa de forragem Média, nos dois biomas, nota-se também a predominância do capim caninha, mas além dessa espécie, nota-se a presença de outras espécies com porcentagem na cobertura significativa. Entre elas pode-se citar: *Paspalum notatum*, *Axonopus affinis* e *Piptochaetium montevidense*, que provavelmente devem se desenvolver e crescer entre as touceiras do capim caninha. Para Nabinger (2006) o balanço entre produção e diversidade florística é alcançado quando a oferta de forragem é mantida em torno de 12% de matéria seca em relação ao peso vivo do animal. De acordo com Overbeck et al. (2007) nessas condições, a vegetação campestre assume uma estrutura em mosaico, com duplo estrato bem evidente e equilibrado, formado por uma camada inferior de espécies prostradas e intensivamente pastejadas e uma camada superior esparsa de gramíneas cespitosas e outras plantas de baixo valor forrageiro.

A alteração das espécies forrageiras conforme a massa de forragem demonstra a importância do manejo da pastagem nativa para determinar a melhor qualidade da pastagem para as diferentes categorias de ruminantes. Soares et al. (2005), por exemplo, encontrou um maior ganho de peso de novilhos em campo nativo no verão quando houve uma maior pressão de pastejo na primavera. Da mesma forma, mais recentemente, Jaurena et al. (2021) mencionam várias vantagens de alterar as ofertas de forragem ao longo do ano na produção de bovinos de corte. Infelizmente, poucos trabalhos foram realizados durante o inverno, período de menor crescimento da pastagem, mas Jochims et al. (2017), usando ovelhas no início da prenhez, verificaram que a menor oferta de forragem durante o inverno gerou uma pastagem de melhor qualidade nutricional na primavera. Esses autores não encontraram efeito negativo desse manejo em relação à sobrevivência e ao tamanho do cordeiro ao nascer. Os resultados do presente trabalho trazem importante elucidação para futuros estudos relacionados a produção animal e a sustentabilidade ambiental. O manejo e as alterações das espécies forrageiras do campo nativo têm o potencial de, por exemplo, reduzir a necessidade do uso do fogo, do herbicida ou da roçadeira para a produção animal.

Conclusão

Pode-se concluir que os campos nativos sul brasileiros, independente do bioma, têm a predominância das gramíneas estivais em sua cobertura, e que a massa de forragem intermediária gera uma maior diversidade de espécies na pastagem. Enquanto o bioma Mata Atlântica é dominado por espécies de gramíneas cespitosas, principalmente *Andropogon lateralis* Ness, o bioma Pampa é coberto principalmente pelo *Paspalum notatum* Fluer. Entretanto, as espécies de gramíneas predominantes são alteradas conforme a massa de forragem, demonstrando a importância do manejo da pastagem nos dois biomas. Em elevada massa de forragem no bioma Pampa, o *A. lateralis* é a principal espécie, e em baixa massa de forragem no bioma Mata Atlântica o *P. notatum* e *Axonopus afins* são os que dominam.

Referências bibliográficas

Andrade, BO; Bonilha, CL; Overbeck, GE; Vélez-Martin, E; Rolim, RG; Bordignon, SAL; Schneider, AA; Vogel Ely, C; Lucas, DB; Garcia, ÉN; Santos, ED; Torchelsen, FP; Vieira, MS; Silva Filho, PJS; Ferreira, PMA; Trevisan, R; Hollas, R; Campestrini, S; Pillar, VD;

Boldrini, II; **2019**. Classification of South Brazilian grasslands: Implications for conservation. *Appl. Veg. Sci.* 22, 168–184. <https://doi.org/10.1111/avsc.12413>

Andrade, BO; Menezes, LS; Boldrini, II; Pillar, VD; Overbeck, GE. **2023**. Composition and dynamics of the pasture plant Community: disturbances as determinants of pasture diversity. **In: Overbeck GE, Pillar VD, MÜLLER SC, Bencke GA (eds)** South Brazilian grasslands: ecology and conservation of the Campos Sulinos. Springer, Cham. (2023).

Beretta, EJ; Risso, DF; Bemhaja, M. **2001**. Tecnologias para melhorar a produção de forragem em solos de Basalto. In: Tecnologias forrajeras para sistemas ganaderos do Uruguai. INIA Tacuarembó. **Série Técnica**, n. 76, pág. 1-37.

Berlato, MA e Fontana, DC **2003**. El Niño e La Nina: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre: Editora da UFRGS.

Boldrini II. **2009**. A flora dos Campos do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V.D., MÜLLER, S.C., CASTILHOS, Z.M.S., JACQUES, A.V.A. **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Ministério do Meio Ambiente Brasília, p. 63-77.

Boldrini, I; Overbeck, G; Trevisan, R. **2015** Biodiversidade De Plantas. In: PILLAR, V. P.; LANGE, O. **Os Campos do Sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos UFRGS. 181p.

Boletim Integrado Agrometeorológico. **2023**. Acessado dia 15 de fevereiro de 2023. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia>

Bremm, C; Laca, EA; Fonseca, L; Mezzalira, JC; Elejalde, DAG; Gonda, HL; Carvalho, PCF. **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>

BRISKE, D.D. Strategies of plant survival in grazed systems: a functional interpretation. In: HODGSON, J., ILLIUS, A.W. (Eds.). **The ecology and management of grazing systems**. Oxon : CAB International, 1996. p.37-67

Cruz, P; Quadros, FLF; Theau, JP; Frizzo, A; Jouany, C; Duru, M; Carvalho, PCF **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>

Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária -EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. **2018**. Brasília: Embrapa; Rio de Janeiro. 306p.

Ferreira, PMA; Andrade, BO; Podgaiski, LR; Dias, AC; Pillar, VD; Overbeck, GE; Milton, SM; Boldrini, II. **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>

Fontana, DC; Junges, AH; Bremm, C; Schaparini, LP; Mengue, V P; Wagner, APL; Carvalho, P. **2018**. NDVI and meteorological data as indicators of the pampa biome natural grasslands growth. *Bragantia*, 77(2), 404–414. <https://doi.org/10.1590/16784499.2017222>

Fontoura Júnior, JAS; Carvalho, PCFC; Nabinger, C; Silva, JLS; Pinto, CE; Crancio, LA. **2007**. 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.

Fraser, MD; Vallin, HE; Roberts, BP. **2022**. Animal board invited review: Grassland-based livestock farming and biodiversity. *Animal*. Volume 16, Issue 12, December 2022. Doi : <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100671>

Jaurena, M, Durante, M, Devincenzi, T, Savian, JV, Bendersky, D, Moojen, FG, Pereira, M, Soca, P, Quadros, FLF, Pizzio, R, Nabinger, C, Carvalho, PCF, Lattanzi, A. **2021**. Native Grasslands at the Core: A New Paradigm of Intensification for the Grasslands of Southern South America to Increase Economic and Environmental Sustainability. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. March 2021. **doi:** <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.547834>

Jochims, F; Poli, CHEC; Soares, EM; Carvalho, PCF. **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>

Mapbiomas. 2023. Disponível em:<https://brasil.mapbiomas.org/2023/11/28/pampa-sul-americano-segue-perdendo-a-vegetacao-nativa/>

Maraschin, G E **2009.** Manejo do campo nativo, produtividade animal, dinâmica da vegetação e adubação de pastagens nativas do sul do Brasil. In: PILLAR, V. D. P. et al. Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 403p.

Mezzalana, JC; Carvalho, PCF; Trindade, JK; Bremm, C; Fonseca, L; Amaral, MF; Reffatti, MV. **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>

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

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

Nabinger, C; Carvalho, PCde F. **2009.** Ecofisiología de Sistemas Pastoriles: Aplicaciones para suSustentabilidad. **Agrociencia** (2009) Vol XIII N° 3 - Número especial pág. 18 – 27

Nabinger, C; Dall’ Agnoll, M. **2020.** Guia para reconhecimento de espécies dos campos sulinos. 2ª ed. - Brasília: Ibama, 2020. 132 p.; il ISBN 978-85-7300-390-1

Neves, FP; Carvalho, PCF; Nabinger, C; Carassai, IJ; Santos, DT; Veiga, GV; **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 GE; Müller SC; Fidelis A; Pfadenhauer, J; Pillar, VD; Blanco, CC; Boldrini II; Both, R;Forneck, ED. **2007.** Brazil’s neglected biome: The South Brazilian Campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 9: 101-116.

Overbeck, GE; Boldrini, II; Carmo, MRBC; Garcia, ÉN; Moro, RS; Pinto, CE; 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.

Pallarés, R. O.; Berretta, E. J.; Maraschin, G. E. **2005** The South American Campos Ecosystem. In: SUTTIE, J. M.; REYNOLDS, S. G.; BATELLO, C. Grasslands of the world. Rome: FAO, 2005. p.171-179.

Pillar, VD; Müller, SC; Castilhos, ZMdeS; AVA Jacques (eds.) **2009**. Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

Quadros, FD; Cruz, P; Theu, JP. **2006**. 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.

Quadros, FLF; Garagorry, FC; Carvalho, THNde; Rocha, MGda; Trindade, JPP. **2011**. Utilizando a racionalidade de atributos morfogênicos para o pastoreio rotativo: experiência de manejo agroecológico em pastagens naturais do Bioma Pampa. Resumos do I Encontro Pan-Americano sobre Manejo Agroecológico de Pastagens. Cadernos de Agroecologia, Vol 6 N.1, 2011.

Quadros, FLF; Soares, EM; de Oliveira, LB; Ribeiro, CMR. Cuidar e fazer diferente. **2015**. In: PILLAR, V. P.; LANGE, O. Os Campos do Sul. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos UFRGS. 181p.

Quadros, FLF; Trindade, JPP; Borba, M. **2006**. A abordagem funcional da ecologia campestre como instrumento de pesquisa e apropriação do conhecimento pelos produtores rurais. In: PILLAR, V. DE P. *et al.* **Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente – MMA, 2009. p. 206–227.

Santos, ABD; Quadros, FLFD; Confortin, ACC; Seibert, L; Ribeiro, BSMR; Severo, PDO; Casanova; PT; Machado, GKG. **2014**. Morfogênese de gramíneas nativas do Rio Grande

do Sul (Brasil) submetidas a pastoreio rotativo durante primavera e verão. *Ciência Rural*, 44, 97-103.

Silva, NC; Franke, LB; Nabinger, C; Barreto, R. **2001**. Biomass production and partitioning of *Desmodium intanum* in response to phosphate application. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36, 541-548.

Soares, AB; Carvalho, PC; Nabinger, C; Semmelmeann, C; Trindade, JKD; Guerra, E; Freitas, TS; Pinto, CE; Fontoura Junrrior, JÁ; Frizzo, A. **2005**. Produção animal e de forragem em pastagem nativa submetida a distintas de forragem. *Ciência Rural*. 35, 1148-1154. Doi: 101590/S0103-84782005000500025

Thurow, JM; Nabinger, C; Castilhos, ZMdeS; Carvalho, PCdeF; Medeiros, CMO; Machado, MD. **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>

Tabela 1 – Altura média e massa de forragem (cm \pm erro padrão da média) nas diferentes condições pastoris nos biomas Pampa e Mata Atlântica avaliados no Sul do Brasil.

Bioma		Altura e Massas de forragem		
		Alta	Média	Baixa
Pampa	Altura (cm)	25.4 \pm 1.03	11.7 \pm 0.48	5.2 \pm 0.17
	MF (kg MS/ha)	4197.1 \pm 186.82	2193.1 \pm 95.53	1010.1 \pm 43.92
Mata Atlântica	Altura (cm)	33.0 \pm 2.05	17.0 \pm 1.08	8.3 \pm 0.44
	MF (kg MS/ha)	7785.7 \pm 636.27	3810.2 \pm 285.83	1956.6 \pm 171.87

Tabela 2 – Coberturas relativa das espécies com maior representatividade nos campos naturais nos biomas Pampa e Mata Atlântica, seguindo a metodologia de Londo (1976).

Bioma Pampa	Cob. Relat. %	Bioma Mata Atlântica	Cob. Relat. %
<i>Paspalum notatum</i>	14,65	<i>Andropogon lateralis</i>	14,86
<i>Andropogon lateralis</i>	8,78	<i>Paspalum notatum</i>	10,53
<i>Axonopus affinis</i>	6,55	<i>Piptochaetium montevidense</i>	7,98
<i>Soliva sessilis</i>	5,55	<i>Senecio brasiliensis</i>	5,81
<i>Mnesithea selloana</i>	3,57	<i>Sorghastrum pellitum</i>	4,81
<i>Paspalum dilatatum</i>	3,57	<i>Sporobolus aeneus</i>	3,77
<i>Desmodium incanum</i>	3,21	<i>Dichanthelium sabulorum</i>	3,74
<i>Trifolium polymorphum</i>	2,73	<i>Chascolitrum subaristatum</i>	3,58
<i>Lolium multiflorum</i>	2,26	<i>Axonopus affinis</i>	3,02
<i>Piptochaetium montevidense</i>	2,20	<i>Baccharis crispa</i>	2,77
<i>Paspalum pumilum</i>	2,10	<i>Axonopus argentinus</i>	1,73
<i>Dichanthelium sabulorum</i>	1,81	<i>Mnesithea selloana</i>	1,73
<i>Senecio brasiliensis</i>	1,79	<i>Trifolium rio-grandense</i>	1,73
<i>Baccharis crispa</i>	1,55	<i>Dichondra sericea</i>	1,57
<i>Scleria distans</i>	1,30	<i>Pteridium arachnoideum</i>	1,51
<i>Setaria parviflora</i>	1,21	<i>Macroptilium prostratum</i>	1,35
<i>Eragostis plana</i>	1,18	<i>Axonopus compressus</i>	1,32
<i>Paspalum plicatulum</i>	1,13	<i>Aristida jubata</i>	1,26
<i>Carex phallaroides</i>	1,12	<i>Trichocline catharinensis</i>	1,19
<i>Dichondra sericea</i>	1,06	<i>Aristida flaccida</i>	1,07
<i>Baccharis coridifolia</i>	1,00	<i>Danthonia secundiflora</i>	0,97
<i>Chascolitrum subaristatum</i>	0,99	<i>Plantago tomentosa</i>	0,97
<i>Eryngium horridum</i>	0,91	<i>Andropogon ternatus</i>	0,94
<i>Richardia humistrata</i>	0,91	<i>Sisyrinchium vaginatum</i>	0,91
<i>Vernonanthura nudiflora</i>	0,89	<i>Chevreulia acuminata</i>	0,88
<i>Steinschismahians</i>	0,83	<i>Schizachyrium tenerum</i>	0,82
<i>Sisyrinchium micranthum</i>	0,80	<i>Eragrostis polytricha</i>	0,75

ANEXOS

Anexo A1 Localização dos seis sítios de pesquisa estabelecidos em pastagens do bioma Pampa e dois sítios de pesquisa estabelecidos no bioma Mata Atlântica, e classificação do solo, de acordo com Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – (Embrapa, 2018).

Município	Coordenadas geográficas	Altitude	Classificação do Solo
<i>Bioma Pampa</i>			
Aceguá	31°38'55,0" S e 54°09'26,0" W	167 m	Chernossolo Ebânico Carbonático vértico
Alegrete	30°04'09,0" S e 55°59'28,0" W	185 m	Neossolo Regolítico Húmico
Eldorado do Sul	30°06'09,4" e 51°40'56,0" W	46 m	Argissolo Vermelho-amarelo distrófico
Encruzilhada do Sul	30°23'28,1" S e 52°28'02,3" W	200 m	Argissolo Vermelho-amarelo distrófico húmico
Lavras do Sul	30°41'55,0" S e 53°58'12,0" W	330 m	Neossolo Regolítico Húmico / Argissolo Vermelho-amarelo
Tavares	31°23'38,0" S e 51°9'22,3" W	3 m	Plintossolo Argilúvico alumínico típico
<i>Bioma Mata Atlântica</i>			
Jaquirana	29°05'43,0" S e 50°22'02,0" W	815 m	Cambissolo Húmico alumínico típico
Vacaria	28°11'08,19" S e 51°01'56,40" W	970 m	Cambissolo Húmico alumínico típico / Latossolo Bruno distrófico típico

Anexo A2 –Espécies identificadas no levantamento florístico de acordo com a metodologia Londo (1976) em cada bioma.

Pampa	
Espécies	
<i>Acmella_bellidioides</i>	<i>Juncus_tenuis</i>
<i>Acmella_leptophylla</i>	<i>Justicia_axillaris</i>
<i>Agalinis_communis</i>	<i>Krapovickasia_flavescens</i>
<i>Andropogon_lateralis</i>	<i>Krapovickasia_macrodon</i>
<i>Andropogon_ternatus</i>	<i>Kyllinga_odorata</i>
<i>Anthaenantia_lanata</i>	<i>Laurembergia_tetrandra</i>
<i>Apium_leptophyllum</i>	<i>Lepidium_ruderale</i>
<i>Aristida_jubata</i>	<i>Linum_eryngioides</i>
<i>Aristida_laevis</i>	<i>Lippia_turnerifolia</i>
<i>Aristida_murina</i>	<i>Lisymachia_minima</i>
<i>Aristida_uruguensis</i>	<i>Lolium_multiflorum</i>
<i>Aristida_venustula</i>	<i>Macroptilium_prostratum</i>
<i>Aspicarpa_pulchella</i>	<i>Macroptilium_psamoides</i>
<i>Aspilia_montevicensis</i>	<i>Mecardonia_procumbens</i>
<i>Axonopus_affinis</i>	<i>Mecardonia_tenella</i>
<i>Axonopus_argentinus</i>	<i>Melica_brasiliana</i>
<i>Ayenia_mansfeldiana</i>	<i>Melica_rigida</i>
<i>Baccharis_coridifolia</i>	<i>Mnesithea_selloana</i>
<i>Baccharis_crispa</i>	<i>Nanogalactia_heterophila</i>
<i>Borreria_capitata</i>	<i>Nassella_juergensii</i>
<i>Borreria_eryngioides</i>	<i>Nassella_megapotamia</i>
<i>Borreria_verticilata</i>	<i>Nassella_mucronata</i>
<i>Bothriochloa_laguroides</i>	<i>Nassella_neesiana</i>
<i>Briza_minor</i>	<i>Nassella_nutans</i>
<i>Bromus_catharticus</i>	<i>Nothoscordum_montevicense</i>
<i>Bulbostylis_communis</i>	<i>Oldenlandia_salzmannii</i>
<i>Calamagrostis_viridiflavescens</i>	<i>Orthopappus_angustifolius</i>
<i>Campuloclinium_macrocephalum</i>	<i>Oxalis_bipartita</i>
<i>Cantinoa_mutabilis</i>	<i>Oxalis_brasiliensis</i>
<i>Carex_bonariensis</i>	<i>Oxalis_erioparca</i>
<i>Carex_phallaroides</i>	<i>Oxalis_lasiopetala</i>
<i>Carex_sororia</i>	<i>Oxalis_lindneri</i>
<i>Centella_asiatica</i>	<i>Oxypetalum_microphyllum</i>
<i>Cerastium_glomeratum</i>	<i>Panicum_aquaticum</i>
<i>Chaetogastra_gracilis</i>	<i>Paspalum_dilatatum</i>
<i>Chamaecrista_repens</i>	<i>Paspalum_lepton</i>
<i>Chaptalia_piloselloides</i>	<i>Paspalum_nicorae</i>
<i>Chascolitrum_subaristatum</i>	<i>Paspalum_notatum</i>
<i>Chascolytrum_lamarckianum</i>	<i>Paspalum_plicatulum</i>
<i>Chascolytrum_poomorphum</i>	<i>Paspalum_pumilum</i>

Chascolytrum_uniolarae
Chevreulia_acuminata
Chevreulia_sarmentosa
Chloris_grandiflora
Chuphea_glutinosa
Cliococca_selaginoides
Commelina_platyphylla
Conyza_bonariensis
Cuphea_glutinosa
Cyclospermum_leptophyllum
Cynodon_dactylon
Cyperus_aggregatus
Cyperus_brevifolius
Cyperus_obtusatus
Cyperus_reflexus
Cyperus_sesquiflorus
Danthonia_montevicensis
Desmanthus_tatuyensis
Desmodium_adscendens
Desmodium_incanum
Dichantherium_sabulorum
Dichondra_macrocalyx
Dichondra_sericea
Dorstenia_forficata
Drosera_brevifolia
Eleocharis_viridans
Elephantopus_mollis
Eleusine_tristachya
Eragrostis_plana
Eragrostis_airoides
Eragrostis_neesii
Erygium_nudicaule
Eryngium_ciliatum
Eryngium_ebracteatum
Eryngium_echinatum
Eryngium_elegans
Eryngium_horridum
Eryngium_nudicaule
Eryngium_sanguisorba
Evolvulus_sericeus
Facelis_retusa
Fimbristylis_autumnalis
Fimbristylis_dichotoma
Galactia_marginalis
Galium_hirtum
Galium_humile
Pfaffia_gnaphaloides
Pfaffia_tuberosa
Phalaris_platensis
Piptochaetium_lasianthum
Piptochaetium_montevicense
Piptochaetium_ruprechtianum
Piptochaetium_stipoides
Plantago_myosuros
Plantago_penantha
Plantago_tomentosa
Pluchea_sagittalis
Poiretia_tetraphyla
Polygala_linooides
Polygala_molluginifolia
Pterocaulon_angustifolium
Pterocaulon_rugosum
Rhynchosia_senna
Rhynchospora_barrosiana
Rhynchospora_megapotamica
Rhynchospora_tenuis
Richardia_braliensis
Richardia_humistrata
Richardia_stellaris
Ruellia_morongii
Schizachyrium_microstachyum
Schizachyrium_plumigerum
Schizachyrium_spicatum
Schizachyrium_tenerum
Scleria_balansae
Scleria_distans
Scoparia_dulcis
Scutellaria_racemosa
Senecio_brasiliensis
Senecio_madagascariensis
Senecio_selloi
Setaria_parviflora
Setaria_vaginata
Sida_rhombifolia
Sisyrinchium_micranthum
Sisyrinchium_palmifolium
Sisyrinchium_sellowianum
Solidago_chilensis
Soliva_pterosperma
Soliva_sessilis
Sorghastrum_setosum
Sporobolus_indicus

<i>Galium_richardianum</i>	<i>Steinchisma_decipiens</i>
<i>Gamochaeta_americana</i>	<i>Steinschisma_hians</i>
<i>Gamochaeta_argentina</i>	<i>Stenandrium_dulce</i>
<i>Gamochaeta_coartacta</i>	<i>Stylosanthes_leiocarpa</i>
<i>Glandularia_marrubioides</i>	<i>Stylosanthes_montevidensis</i>
<i>Glandularia_selloi</i>	<i>Tibouchina_gracilis</i>
<i>Habenaria_parviflora</i>	<i>Trachypogon_montufari</i>
<i>Herbertia_lahue</i>	<i>Trifolium_multiformun</i>
<i>Hydrocotyle_bonariensis</i>	<i>Trifolium_polymorphum</i>
<i>Hydrocotyle_exigua</i>	<i>Verbena_litoralis</i>
<i>Hypochaeris_chilensis</i>	<i>Verbena_montevidensis</i>
<i>Hypoxis_decumbens</i>	<i>Vernonanthura_nudiflora</i>
<i>Indigofera_sabulicola</i>	<i>Vulpia_bromoides</i>
<i>Ischaemum_minus</i>	<i>Vulpia_myuros</i>
<i>Juncus_capillaceus</i>	<i>Wahlenbergia_linarioides</i>
<i>Juncus_densiflorus</i>	<i>Waltheria_communis</i>
<i>Juncus_microcephalus</i>	<i>Zornia_orbiculata</i>

Mata Atlântica

Espécies

<i>Acaena_eupatoria</i>	<i>Hypoxis_decumbens</i>
<i>Achyrocline_satureioides</i>	<i>Ischaemum_minus</i>
<i>Adesmia_ciliata</i>	<i>Juncus_capillaceus</i>
<i>Agalinis_linarioides</i>	<i>Juncus_microcephalus</i>
<i>Ageratum_conyzoides</i>	<i>Justicia_axillaris</i>
<i>Andropogon_lateralis</i>	<i>Lantana_montevidensis</i>
<i>Andropogon_macrothrix</i>	<i>Lessingianthus_brevifolius</i>
<i>Andropogon_ternatus</i>	<i>Lessingianthus_hypochaeris</i>
<i>Aristida_flaccida</i>	<i>Lolium_multiflorum</i>
<i>Aristida_jubata</i>	<i>Lucilia_acutifolia</i>
<i>Aspilia_montevidensis</i>	<i>Lucilia_nitens</i>
<i>Aspilia_pascalioides</i>	<i>Macroptilium_prostratum</i>
<i>Axonopus_affinis</i>	<i>Margyricarpus_pinnatus</i>
<i>Axonopus_argentinus</i>	<i>Mecardonia_procumbens</i>
<i>Axonopus_compressus</i>	<i>Melica_brasiliana</i>
<i>Axonopus_siccus</i>	<i>Melica_rigida</i>
<i>Baccharis_articulata</i>	<i>Mnesithea_selloana</i>
<i>Baccharis_crispa</i>	<i>Myrsine_laetevirens</i>
<i>Baccharis_pentodonta</i>	<i>Nassella_filiculmis</i>
<i>Baccharis_riograndensis</i>	<i>Nassella_mucronata</i>
<i>Betencourtia_gracillima</i>	<i>Nassella_neesiana</i>
<i>Betencourtia_neesii</i>	<i>Nassella_nutans</i>
<i>Borreria_capitata</i>	<i>Ocimum_carnosum</i>
<i>Borreria_eryngioides</i>	<i>Oldenlandia_salzmanni</i>
<i>Borreria_verticilata</i>	<i>Oxalis_bipartita</i>
<i>Bothriochloa_laguroides</i>	<i>Oxalis_brasiliensis</i>
<i>Bromus_auleticus</i>	<i>Oxalis_conorrhiza</i>

Bulbostylis_sphaerocephala
Calea_cymosa
Calibrachoa_excellens
Campomanesia_aurea
Carex_sororia
Centella_asiatica
Cerastium_glomeratum
Chaetogastra_gracilis
Chaetogastra_riograndensis
Chaptalia_exscapa
Chaptalia_integerrima
Chaptalia_piloselloides
Chaptalia_runcinata
Chascolitrum_subaristatum
Chascolytrum_lamarckianum
Chascolytrum_poomorphum
Chascolytrum_rufum
Chascolytrum_uniolae
Chevreulia_acuminata
Chevreulia_sarmentosa
Chrevreulia_revoluta
Chromolaena_congesta
Chrysolaena_flexuosa
Chuphea_glutinosa
Cinnagrostis_viridiflavescens
Cliococca_selaginoides
Conyza_bonariensis
Ctenodon_falcatus
Cuphea_calophylla
Cyclosporum_leptophyllum
Cyperus_brevifolius
Cyperus_sesquiflorus
Danthonia_secundiflora
Desmodium_incanum
Dichanthelium_sabulorum
Dichondra_macrocalyx
Dichondra_sericea
Drosera_brevifolia
Eleocharis_viridans
Elephantopus_mollis
Eragrostis_lugens
Eragrostis_polytricha
Eriosema_tacuarembense
Eryngium_horridum
Erythroxyllum_microphyllum
Euphorbia_papillosa
Paspalum_dilatatum
Paspalum_notatum
Paspalum_pauciciliatum
Paspalum_plicatum
Paspalum_polyphyllum
Pavonia_reticulata
Petunia_altiplana
Petunia_integrifolia
Pfaffia_tuberosa
Picrosia_longifolia
Piptochaecium_bicolor
Piptochaetium_montevicense
Piptochaetium_stipoides
Piptochaetium_uruguayensis
Piriqueta_taubatensis
Plantago_myosuroides
Plantago_tomentosa
Poa_annua
Poa_bonariensis
Polygala_australis
Polygala_pulchella
Pseudognaphalium_gaudichaudianum
Psidium_australe
Pteridium_arachnoideum
Pterocaulon_angustifolium
Pterocaulon_rugosum
Rhynchosia_corylifolia
Rhynchospora_setigera
Richardia_humistrata
Ruellia_morongii
Schizachyrium_imberbe
Schizachyrium_spicatum
Schizachyrium_tenerum
Scleria_distans
Selaginella_muscosa
Senecio_brasiliensis
Senecio_conyzaefolius
Senecio_madagascariensis
Setaria_parviflora
Sida_rhombifolia
Sisyrinchium_megapotamico
Sisyrinchium_micranthum
Sisyrinchium_sellowianum
Sisyrinchium_vaginatatum
Solidago_chilensis
Soliva_pterosperma

Evolvulus_sericeus
Galium_hirtum
Galium_humile
Galium_noxium
Galium_richardianum
Gamochaeta_americana
Gamochaeta_argentina
Gamochaeta_coartacta
Glandularia_marrubioides
Glandularia_peruviana
Glechon_ciliata
Glechon_spathulata
Gomphrena_celosioides
Gratiola_peruviana
Habenaria_parviflora
Helianthemum_brasiliensis
Herbertia_lahue
Hydrocotyle_exigua
Hypericum_connatum
Hypochaeris_catharinensis
Hypochaeris_chilensis
Hypochaeris_megapotamica

Soliva_sessilis
Sorghastrum_pellitum
Sphagnum
Sporobolus_aeneus
Steinschisma_hians
Stenocephalum_megapotamicum
Stevia_lundiana
Stylosanthes_montevicensis
Tagetes_minuta
Tephrosia_adunca
Trachypogon_montufari
Trichocline_catharinensis
Trifolium_polymorphum
Trifolium_repens
Trifolium_riograndense
Turnera_sidoides
Urtica_circularis
Verbena_litoralis
Veronica_peregrina
Vulpia_australis
Vulpia_bromoides
Wahlenbergia_linarioides

CAPÍTULO IV*

* Artigo apresentado de acordo com as normas da revista New Zealand Journal of Agricultural Research

The challenges of carrying out forage budget in native grasslands of subtropical regions: application of a forage planning model on a modal property

Lívia Raymundo Irigoyen^a, Cesar Henrique Espírito Candal Poli^{a*}

^a *Department of Animal Science, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil*

**Corresponding author: cesar.poli@ufrgs.br*

The challenges of carrying out forage budget in native grasslands of subtropical regions: application of a forage planning model on a modal property

Abstract

Forage planning developed in subtropical regions of the world is an indispensable tool for rural producers, however, it is still not clear how to implement it in subtropical regions where there is a great diversity of forage species. The objective of this study was to investigate and discuss the possibility e constrains of carrying out a forage planning for cattle and sheep in the subtropical region of Brazil, including the native grasslands of Pampa biome. This case study accompanied herds of cattle and sheep of a well organized farm in Pampa biome for one year and simulations and planning models were carried out based on the New Zealand “Feed budget”. The data was collected from an area of 97ha. Pasture accumulate rate was estimated monthly using grazing exclusion cages. Data regarding quality, in terms of protein and energy of the pasture, were collected in the literature. The results show that it is possible to carry out a plan based on the amount of dry matter offered to the animals. However, when the planning is carried out considering the animal metabolizable energy (ME) requirement, it is not possible to adjust the forage planning due to the low forage quality and the digestive capacity of the animals. This study is the first one to show that although the native grassland of the Pampa biome produces a sufficient amount of ME, the animals are not able to ingest sufficient amount to meet their energy requirements due to their physical limitations.

Keywords: energy requirements; model; native grassland; Pampa biome; ruminants.

Introduction

The subtropical regions have great floristic diversity and forage production during the year, being, most of the time, pastures good source of food for a low-cost ruminant production. Forage production in these regions varies throughout the year. There are periods with high and periods with low herbage mass and accumulation. Although there are variations of pasture availability, Poli et al. (2020) mention that it is possible to raise ruminants properly on winter and tropical pastures in these regions. In subtropical areas, the grassland growth rates depend mainly on temperature and precipitation, which vary considerably between seasons and between years (Webby and Bywater 2017).

Due to climate variation along the year, it crucial to adjust the forage quality and quantity according to ruminant requirements (Poli et al. 2020). The use of feed planning allows producers to reconcile the production of adequate pasture throughout the production cycle with the feed requirements of herds, aiming an efficient animal and plant production (Poli and Carvalho 2001; Webby and Bywater 2017). According to Milligan et al. (1987) in New Zealand, considerable effort has been devoted to planning the feed supply to sheep and cattle from pastures, by estimating pasture growth and the feed demand of grazing animals expressed in terms of metabolizable energy. Fraser et al. (2022) suggested that pasture quality and quantity are best summarized as metabolizable energy, which in turn is the unit of measurement by which animal requirements can be expressed and thus facilitate calculating the balance between supply and demand.

We hypothesize that it is possible to adapt the forage planning model often used in regions where forage coverage is more homogeneous and of high quality, such as in temperate regions of New Zealand, to a subtropical region. This can be an important tool that might help producers adapt forage availability to the demand of cattle and sheep. Therefore, the objective of this work was to investigate the potential adversities of carrying out forage planning for cattle and sheep in the subtropical region of Brazil, including the native grasslands of Pampa biome. And also carry out simulations changing the number of animals of each species (cattle and sheep) in order to verify different scenarios with different forage adjustment opportunities in regions with diverse pastures in a subtropical region.

Materials and methods

The model was elaborated based on the concepts and assumptions of Webby and Bywater (2017) and Cavalcante (2015). The conceptual model of the forage planning model (Albuquerque, 2020) is presented in figure 1. The model is composed of system components: feed, herd, nutritional requirement and feed budgeting. The **feed component** contains the characterization of the feed sources available on the property, pastures, preserved forages and concentrates used in an annual ruminant production cycle. **The herds** component contains information on the composition of the herds in an annual evolution table, animal production indicators and live weights of the animals. **The nutritional requirement** component contains information on the nutritional requirements of the herds: sheep and beef cattle according to

category, physiological state and weight. The **feed budgeting component** contains the results generated by the modeling, with information on the monthly and annual balances of the amounts of dry matter, metabolizable energy and metabolizable protein for the property used in the study.

The modeling process takes place through a set of Excel[®] software spreadsheets that integrate information on property characterization, forage and other feed sources (area, availability and nutritional quality), composition and evolution of the herd, nutritional requirements and animal production indicators. This modeling allows the simulation of scenarios with the generation of technical indicators and the balance of nutrients throughout the year according to the reproductive strategy adopted on the property for the sheep herd.

To test the model, data collection took place in a 96 ha of the Alto das Figueiras farm, located in the city of Encruzilhada do Sul, in the Serra do Sudeste region. The altitude is 200 m above sea level with geographical coordinates of 30°23'28.1"S and 52°28'02.3"W. The property develops the production of sheep and beef cattle. This farm was chosen for presenting a typical Pampa biome management with beef and sheep production and by the good control of the production data throughout the year. Data such as herd control (number of heads per category, weight, weight gain) and pasture growth rate. According to the Köppen classification, the climate in the region is Cfa, with an average annual temperature ranging from 16.8 to 17.7°C, average annual rainfall from 1414 to 1665 mm (Moreno 1961). Climatic data during the assessment period were collected on the INMET (National Institute of Meteorology) website (<https://portal.inmet.gov.br>).

Data referring to the forage production, feeding source and management, size and composition of the herd categories (sheep and beef cattle), animal production indicators and animal average weights were used to compose the model, as described below.

Feeding the herds

The data used to characterize the feeding management of the herds included the period of use of the native grassland, size and composition of categories of the herds (considering sex, physiological stage and age of sheep and cattle), animal production indicators (lamb birth weight (kg); live weight gain pre-weaning (g/day); lamb weaning weight (kg); weaning age (months); live weight gain pos-weaning (g/day); slaughter weight (kg); slaughter age (months); mature ewe weight (kg) and weight at first mating (kg)) and the average animal weight. These

data were collected from April 2019 to March 2020. The breeding period of the sheep herd characterized the beginning and the end of the evaluation period.

Pasture production was evaluated by estimating the herbage mass (kg/ha of DM) with a double sampling technique (Salman et al. 2006). The daily forage accumulation rate was measured according to Klinglmann et al. (1943), which uses grazing exclusion cages. This assessment was evaluated every 28 d throughout the year. The metabolizable energy (ME) and metabolizable protein (MP) composition of the pastures were estimated using data from Malaguez (2018). Metabolizable energy data were expressed in megajoules (MJ) and metabolizable protein data in grams (g). When there were no information of the energy and metabolizable protein in the literature, they were calculated using the following formulas.

To estimate ME (MJ/kg DM) from the forage organic matter digestibility (OMD), the formula described by CSIRO (2007) was used:

$$ME = (0.169 * OMD - 1.986) / 4.1816$$

To adjust the crude protein (CP, g) data to metabolizable protein: MP (g/kg DM), the equation described in the NRC (2007) was used:

$$MP = CP * ((64 + (0.15 * 40)) / 100)$$

The intake capacity and energy requirements (ME MJ) of the herds in relation to kilograms of forage intake (DM/animal/day) were estimated from NRC (2007) and BR-Corte (2016), for sheep and beef cattle, respectively. The total requirements, intake capacity and ME/day requirement of the herd, in different months of the year, were calculated:

$$Requirement = \text{number of animals} * \text{ME Requirements (MJ/animal/day)}$$

$$Intake\ capacity = \text{number of animals} * \text{DM consumption (kg DM/animal/day)}$$

$$MJ/herd\ day = \text{DM intake capacity} * \text{available in the native field}$$

The daily forage offered (DFO) per kg of animals (Kg DM/kg live weight/day) was calculated adding the herbage mass plus the accumulation rate, and dividing by the total animal weight. Considering that the pasture accumulation assessment and the stocking rate adjustment were carried out every 28 days, the following formula was used:

$$DFO = (\text{herbage mass} + (\text{daily accumulation rate}/\text{number of days in the month}) * 100) / \text{total metabolic weight of the herds}$$

Herd Evolution and Animal Production Indicators

The initial number of sheep and cattle are identified in Table 1. The animals remained in continuous grazing, in 96.6 ha of a native grassland without receiving any supplementation throughout the year. The floristic composition was described by listing the species (Table 2), according to the BOTANAL method (Tothill et al. 1992).

For the sheep herd, a scenario with a breeding period of 3 months was considered, with an annual lambing interval. In this case, breeding occurs in the summer/autumn period (February, March and April), and weaning occurs when the animals reach between 25 and 30 kg, generally between the months of November and December. In the evaluated period, 96 lambs were sold in the spring. The producer was left with around 70 females for replacement. In relation to the number of animals, the sheep herd had the highest participation throughout the evaluation period (March 2019-April 2020). During the period evaluated, 96 lambs were sold in the spring. The producer was left with around 70 replacement females. In relation to the number of animals, the sheep herd had the largest participation throughout the evaluated period (March 2019 to April 2020). The cattle herd showed an increase in number in the months of November (60) and December (77 cows with calves at their feet), when 60 and 77, respectively, cows weighing 440 kg were incorporated from another property, to be subjected to the reproductive period, through artificial insemination. Another increase was measured in March and April with the presence of calves that were brought from another property after weaning to be weaned. To provide a better visualization of the difference between the herds, they are presented in metabolic weight in the figure 2.

Nutritional Requirements

To determine the food balance of the herds, data on nutritional requirements according to age, weight, weight gain, sex and physiological stage of the different categories of sheep and cattle were determined according to NRC (2007) for sheep and BR-CORTE (Valadares Filho et al. 2016) for beef cattle.

Feed Budgeting

The Forage budgeting was based on what was described by Webby and Bywater (2017) and Cavalcante (2015), in which the difference between the existing food supply on the property and the demand of the herds is calculated. The model includes a calculation that considers each

paddock's initial herbage mass cover plus its growth rate. From this value, the daily forage consumption of the herd is deducted. Forage mass coverage available to the animals of 40% of the total mass was considered (Barioni et al. 2006). According to Barioni et al. (2006), aiming a better association of animal intake and pasture growth, in a continuous grazing in tropical swards, only 40% of the accumulated forage will be consumed by grazing animals. Below this level, the animals start reducing significantly their intake (Mezzalira et al. 2013; Fonseca et al. 2012). In this way, the model generates monthly and annual balances of the amounts of dry matter (kg of DM), ME and MP (Albuquerque 2020).

Simulations

Simulations were carried out changing the number of animals of each species (cattle and sheep) in order to verify different scenarios with different forage adjustment opportunities in regions with different pastures in a subtropical region.

Scenario 1 - Only with the sheep herd on the property.

Scenario 2 - Sheep herd plus cattle herd, considering the presence of sows with an average weight of 440 kg in the months of April to December and calves weaned from January to April.

Results

According to INMET data, annual rainfall between 2019 and 2020 in the municipality of Encruzilhada was 1495 mm. When analyzing precipitation data by climatic season, winter presented the highest values (477 mm), followed by autumn (442 mm), spring (430 mm) and summer with the lowest values (146 mm). The values considered as climatological normal between the years 1981 to 2010, also presented by INMET, present winter with the highest values (453 mm), autumn (431 mm), spring (410 mm) and summer with (375 mm), totaling 1668.6 mm annually. Regarding temperature, the minimum was 8.6°C in July, similar to the normal between 1981 and 2010, which was 8.4°C, also in July. The maximum was in December 30.6°C, the normal was in January 28.9°C. The variation between temperatures was around 20°C.

The species identified in the botanical are shown in the table 2. According to the results of the floristic composition, around 72% of the native field of the evaluated property was mainly composed of grasses. The main families found were: Poaceae, Fabaceae, Asteraceae and Cyperaceae.

The species of forage interest with the highest participation were *Paspalum Notatum* (48%) and *Desmodium incanum* (5%), grasses and legumes, respectively, of summer growth. Species without forage interest but with significant representation were also found: *Piptochaetium montevidense* (10%), *Vernonia nudiflora* (4%), *Soliva pterosperma* (4%), *Baccharis timera* (2%), *Paspalum pauciflorum* (2%) and other species (9%).

Throughout the assessment year, forage mass per hectare was 1390.81 kg DM/ha (Figure 3). The lowest herbage mass occurred in March (487 kg DM/ha), April (708 kg DM/ha), and December (887 kg DM/ha), with an average of 694 kg DM/ha, since the average of the months May (1834 kg DM/ha), October (2112 kg DM/ha) and January (2028 kg DM/ha) with the highest productivity was 1991 kg DM/ha demonstrating a marked variability in forage production in the native grassland of the Pampa biome.

The lowest forage accumulation rate occurred during winter (5.1 kg DM/ha/day) and autumn (8.4 kg DM/ha/day), and the largest one during summer (13.3 kg DM/ha/day) and spring (12.9 kg DM/ha/day). This higher growth rate during spring and summer causes producers to increase animal stocking rate during this period. The producer doubled the stocking rate, causing a reduction of pasture growth in December. This error in pasture management with the lack of animal stocking rate adjustment could easily be corrected with the prior application of forage budgeting.

However, as it can be seen in Figures 4A and 4B, the pasture quality varied over time. The lowest level of ME and MP occurred in July, August and September, period of low forage production. When calculating the dry matter intake required by the herd, in relation to the herbage mass present (Figure 5), deficits were noted in March, April and December.

It can be observed in Figure 6 that forage allowance per kg live weight varied throughout the year. The highest values occurred in June and October, and the smallest ones during March, April, November and December. The increase in the number of cattle on the property during November, December, March and April directly interfered with the balance between animal requirement and forage availability.

When simulating the forage budget based on metabolizable protein (MP g/month), the animal requirements were not met in two moments, during March and December (Figure 7). When carrying out forage budget based on the animals' requirements and the forage ME supply (MJ/month), energy deficits are observed in the months of March, April and December (Figure 8). Coinciding with same period of dry matter requirement deficit (Figure 5). This deficit is a

reflection of the increase in the number of cattle on the property, females for reproduction and calves weaned early.

When calculating the energy balance of the diet and the dry matter intake capacity of sheep and cattle, and of each category given by the NRC (2007) and BR-Corte (Valadares Filho et al. 2016), the requirements proved to be greater than the intake capacity in several months of the year (Figure 9). Animals would not be able to consume the entire diet to meet their ME requirements in January, February, April, August, September, October and December. This study shows, for the first time, that although native grass produces sufficient amounts of ME in a few months, as shown in Figure 9, the animals were unable to ingest this sufficient amount due to their physical limitations to the quality of the pasture and physiological state of the animals. Highlights include August, September, October and December with the period of greatest disability. In January and February, although the deficit is noticeable, it is very close to the animals' ingestion capacity.

Evaluate the energy balance of the diet and daily dry matter intake by species separately (figure 10A and 10B), there is an increase in demands on the sheep herd during the months of January, February, March, August, September and October. Important periods occur in the sheep farming production cycle during these periods: the reproductive period and the end of pregnancy/ lambing period, creating a challenge for animal productivity (Jochim et al. 2013) coinciding with the greater nutritional requirements of sheep (NRC, 2007). In the case of cattle, incapacity occurs during the months of April and June (number of calves weaned), September and December, during the reproductive period (artificial insemination). During these periods, in the first (April and June) there is the presence of calves weaned early, a category with high nutritional requirements as they are in full body development. In the second moment in December, the presence of (lactating cows) and at reproductive period (artificial insemination) is noted. Thus, unlike sheep, cattle are able to consume and meet their requirement practically throughout the year. When evaluating the average pasture cover, and the animal demand, it was observed that the animals need to consume up to 55% of the forage offered. This result represent that the animals' intake was probably been constrained. According to Barioni et al. (2006), Mezzalira et al. (2013) and Fonseca et al. (2012), in general, ruminants to have their maximum pasture intake, they use only up the 40% of the total pasture height. However, the results of forage budgeting based on herbage mass showed that at certain periods of the year there is a forage production greater than the demand of the herds.

The simulation carried out only with the sheep herd (simulation 1) (figure 11) present on the property, demonstrates that there is no deficit in quantity (kg mass of forage) and quality (PM and ME) when working only with this herd. When considering the presence of bovine matrices in the period from April to December, and calves weaned from January to April (simulation 2) (figure 12), there is also no deficit in quantity (kg forage mass) and quality (PM and ME). However, when analyzing the energy demand of the herds, it is observed that the energy demand of the cattle herd increases in the months of January and February, since the category present on the property in this period is in full body development, which represents a high demand energy.

Discussion

The variability in forage production found in the subtropical region is the result of multifactor ecological and evolutionary variables (Rull, 2011), generating an important source of food for ruminants, but of difficult planning and management due to its complex biodiversity. (Table 2). According to Boldrini (2009), the Pampa Biome is one of the richest in biodiversity in the world, containing around 450 species of forage grasses and more than 150 species of legumes. Still according to the author, grasses are the dominant species in the native fields of Rio Grande do Sul. In the present work, grasses represented around 72% of the floristic composition of this field. Most of the species identified in the botanical grow in the summer, with only one species in the winter cycle: *Piptochaetium montevidense*. The participation of species with forage interest were *Paspalum notatum* (48%) and *Desmodium incanum* (5%), grasses and legumes, perennials and summer growth. For Nabinger and Dall Agnol (2020), *Paspalum notatum* is the most common species in most grassland formations in southern Brazil. Regarding the species *Desmodium incanum*, the authors highlight that it is widely distributed throughout Rio Grande do Sul, with great plasticity and forage potential (production and quality).

There is coexistence of C3 species with C4 metabolism adapted to subtropical climates (Nabinger et al. 2000). As a consequence of the predominance of C4 summer grasses, forage production is characterized as seasonal, where the highest growth rates normally occur between spring and summer and the lowest growth rates in winter (Carvalho et al. 2006). In addition to this floristic diversity, which affects forage DM productivity throughout the year, it is important because it characterizes a varied diet for the animals (Nabinger et al. 2009). During winter, natural pasture presents a reduction in its quantitative and qualitative production (Moojen and

Maraschin 2002). Jaurena et al. (2021) and Tiecher et al. (2013) explain that the minimum values in the winter are due to the predominance of C4 grasses associated to the low temperature and solar radiation, influencing the pasture bromatological composition. The quality and quantity of forage produced by natural pastures are crucial for good animal performance (Elejalde et al. 2012).

Feeding is different from nourishing. When we offer ruminants enough DM to meet their requirements, we can consider that these animals are fed, satiated in relation to the amount of food. However, this does not mean that these animals are nourished, that is, that their nutritional demands have been met. For this reason, it is essential to analyze even in an extensive system the availability and requirement of nutrients, including protein and energy, which, despite not being a nutrient, is the result of the digestion and absorption of the nutrients present in the food (Nabinger et al. 2008, Webby and Bywater 2017).

In the present work, the incorporation of bovine matrices from another property resulted in an increase in stocking rate in the area, which, even with the greater growth of pastures in the period, was not possible to meet animal demands in quantity and quality. The misconception that high productivity comes from high stocking is one of the causes of low productivity in native pastures (Fontoura Junior et al. 2007). By simply adjusting the animal load depending on forage availability, the animal production can range from 70 to 200-230 kg live weight/ha/year (Nabinger et al. 2009). Setting the system capacity rate is the main management decision (McMeekan 1956).

During the months of March and April, with the introduction of recently weaned calves (Figure 3), it also affected the availability of quality and quantity. Forage mass and energy demands not met in these months. Metabolizable Protein was not met only in March. In practical terms, stocking rate cannot be easily changed to match forage productivity, thus resulting in periods of forage shortages or surpluses, which if not corrected with the use of supplements and/or improved pasture production can reduce the animal production (Arosteguy 2010). For Webby and Bywater (2017), pasture stocking capacity, animal production and reproduction and animal sales are the key factors in manipulating animal demand according to forage availability, directly influencing productivity and capacity of agricultural production. Saving pasture from grazing (Deferring) in spring and summer can also be used to adjust the need for forage during autumn and winter (Devantier et al., 2017; Nie et al., 2014).

Throughout the year the forage allowance varied on the property (Figure 6), with the months with the lowest supply being March (1.08% of live weight) 533 heads (1,18 AU/ha – 1 Animal-Unit (AU) = 1 cow in maintenance of 450 kg LW), December (1.6% of live weight) 604 heads (1,34 UA/ha) and April (1.9 %) 389 heads (0,86 UA/ha). The sheep herd was the largest representation during this period. For Neves et al. (2009) in heterogeneous environments, such as natural pastures in the Pampa biome, management with a forage supply of 4% of live weight, that is, high loads, throughout the year promotes accentuated weight loss in summer and autumn, which becomes even greater under adverse weather conditions, increasing weight loss and body condition. During the months of June and October, when there were 330 (0,73 UA/ha) and 277 heads (0,57 UA/ha) of animals, respectively, there was a greater forage allowance by live weight (13% and 11% of live weight). In the months of June and October, sheep is again responsible for the largest participation (330 and 231).

During the summer and autumn, the property had the largest number of young animals in full development (calves and lambs weaned early), cattle breeders with calves from the previous pregnancy and in the reproductive period, as well as sheep breeders at the beginning of the mating period. The categories in crucial periods for ruminant production. The quality and quantity of forage are very variable in native pastures. According to Ramos et al. (2018) during the summer, native pastures are generally of poor quality, coinciding with the period when most lambs have been weaned, facing a major challenge. Studies show that the energy and crude protein content of native grasslands is not sufficient to meet the potential growth needs of young animals during several months of the year (Ramos et al. 2018). Protein plays a fundamental role in the animal organism, participating in the formation and maintenance of tissues, muscle contraction, transport of nutrients and the formation of hormones and enzymes (Sobrinho 2014). In addition to being of fundamental importance for the formation of the types of muscle fibers that would dictate the amount of meat that this animal will be able to produce in the future. Energy is also important in the development and productivity of animals. The availability or absence of energy at different productive times can be essential, for example, growth of lambs, during pre-partum, during mating. According to Sobrinho (2014), the main sources of energy available in the tissue for different functions are volatile fatty acids produced in the rumen by microbial fermentation, mainly carbohydrates. The author also states that excess energy can negatively affect the reproductive performance of animals, and its

insufficiency slows growth, reduces performance and increases susceptibility to diseases and parasites.

In the present study, it was noted that the periods of forage mass deficit (March, December and April) were the same periods of quality deficit, resulting in lower forage supply per live weight and in addition to low quality in terms of protein and energy. According to Núñez et al. (2022) forage quality is a key factor in determining livestock productivity in production systems based on natural pastures, especially when forage supply does not limit livestock consumption. In the present study, in periods of deficit and excess of quality and quantity, the producer could consider adjusting the stocking capacity, adopting other management tools such as forage stockpiling, through the deferral of paddocks to offer their animals quantity and quality of forage. Food planning simply involves estimating the supply of food available in the future, estimating available or expected stock requirements for the same period of time, and comparing stocks to identify surpluses and deficits (Webby and Bywater 2017). One way to store pasture is through deferral. For Nabinger et al. (2009), the main objective of deferring pastures is to allow the accumulation of forage in a favorable period to use it in an unfavorable period, which could be an option to minimize deficits on the property in question. According to Jaurena et al. (2021), although forage storage is a low-cost and easy-to-use intensification option to improve the spatio-temporal management of forage in livestock systems, there needs to be a compromise between the quantity and quality of stored forage, the in order to meet the needs of the categories of animals that may use the reserved area. According to Webby and Bywtarer (2017), the quality of the preserved or deferred material depends on the time of year and/or the quality of the original material, since the soluble (and generally highly digestible) components of the plant are lost during conservation, there is inevitably a decrease in the ME content of preserved forages.

Another tool to be used in periods of low availability and high demand for forage and quality (protein and energy), as observed in December, is the use of creep feed, which consists of complementary feeding only for young animals. This technique, in addition of helping with weight gain, improves the body condition of mothers and consequently their reproductive performance (Sobrinho 2014). However Viñoles et al (2013) did not observe any reproductive improvement of cows with the adoption of creep feed. The authors highlight that in addition to exclusive feeding for calves, the temporary weaning methodology must also be adopted.

A period of deficit in quantity and quality (March) on the property is when there are recently weaned calves and sheep farmers entering the mating period. In order to meet the demands of these categories, supplements concentrated in minerals, proteins or energy, balanced diets or preserved forage can be adopted (Jaurena et al. 2021). An example of the use of supplements is the use of flusing for ewes that have already entered in breeding period. This technique aims to provide females with a diet rich in energy and a portion of proteins, aiming to improve the females' body condition.

During the months of August, September and October the greatest demand for animals is noted, a period that coincides with the end of pregnancy and lambing, in addition to the peak of milk production in the sheep herd, with great energy demand for the sheep. At the end of pregnancy, there is competition for space in the abdominal cavity between the uterus and the rumen, preventing females from consuming too much. During the three weeks of the lambs' life, the sow's milk production peaks. It is also at the end of winter that natural pastures are typically of poor quality. During the summer and early autumn (March) the results show that the animals are also unable to consume what they need, largely due to rumen capacity and forage quality (C3 and C4). Webby and Bywater (2017) point out that in most intake models, ruminant consumption is limited by two competing satiety mechanisms – the animal's energy demand and the physical capacity to process food through the rumen. Our model indicates that animals may not have the digestive capacity to ingest all the available and necessary energy.

The possibility of carrying out simulations with the model, generating two simulations, only considering the presence of the sheep herd and another with the two herds (sheep and cattle), demonstrated the functionality of this model. According to Tanure (2012), modeling and simulation procedures constitute important tools for understanding the functioning of production systems and for helping decision-making in different scenarios. The results of the simulations presented in this work can help the producer in making decisions when managing the native field and adjusting the number of animals according to the availability of forage mass, in addition to meeting their energy and protein demands.

This work generates the hypothesis that for adequate forage planning in native grasslands of subtropical regions, such as the Pampa biome, there is a need not only to calculate the availability and energy and protein requirements of pastures and animals, respectively, but also the capacity for energy intake by animals.

Conclusion

The use forage planning model, according to the “New Zealand Feed Budget”, in subtropical native pastures, with great floristic diversity, allows to clearly identify moments of excess and deficit in forage mass. However the use of this model shows that there is a limitation in the consumption of energy and protein by ruminants. Even in periods of sufficient forage supply to meet the demands of sheep and cattle, there may be an inability for the animals to ingest energy and protein needed. The sheep and beef cattle nutrient demand and supply need to be better adjusted for subtropical grasslands.

Acknowledgements

The authors would like to thank the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) for the doctorate scholarship to the first author.

References

- Albuquerque, FHMAR DE. **2020**. Typology and modeling of diverse systems with sheep production in the caatinga biome. 174 p. Doctoral thesis — Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Available at: <http://hdl.handle.net/10183/233158>.
- Arosteguy, J. **2010** In: an overview of research on pastoral-based systems in the southern part of south america International workshop. Machado et al., (2010). June 2010. Publisher: Editorial de la Universidad Nacional del Centro de La Pcia. of Buenos Aires (UNCPBA). ISBN: 978-950-658-239-5
- Barioni, LG, Ferreira, AC, Ramos, AKB, Martha Junior, GB, Silva, FAM, Lucena, DAC. **2006**. Feed planning and stocking rate adjustments in beef cattle ranches. In: II Simboi - Symposium on challenges and new technologies in beef cattle, April 29 to 30, 2006, Brasília.
- Boldrini, II. The flora of the fields of Rio Grande do Sul. In: pillar, VP, müller, SC, Castilhos, ZMS. et al. (Eds.) Campos Sulinos: conservation and sustainable use of biodiversity. Brasília: MMA, **2009**. p 63-77.

Carvalho, PCF, Fischer, V, Dos Santos, DT, Ribeiro, AML, DE Quadros, FLF, Castilhos, Poli, CHEC, Monteiro, ALG, Nabinger, C, Genro, TCM, Jacques, AVA. **2006**. Animal Production in the Campos Sulinos Biome. *Brazilian Journal of Animal Science*, João Pessoa, v. 35, no. Suppl. Esp., p. 156- 202.

Cavalcante, ACR. **2015**. Annual forage budget: guidelines for planning the use of forage resources available on the rural property. Sobral: Embrapa Goats and Sheep.

Cezimbra, IM, Nunes, PAA, Souza Filho, W, Tischler, MR, Genro, TCM, Bayer, C, Savian, JV, Bonnet, OJF, Soussana, JF, Carvalho, PCF. **2021**. Potential of grazing management to improve beef cattle production and mitigate methane emissions in native grasslands of the Pampa biome. *Science of the Total Environment* 780. 146582. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146582>

Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization - CSIRO. **2007**. Nutrient requirements of domesticated ruminants. Collingwood, Australia: CSIRO Publishing, 296p.

Devantier, BP, Stevens, DR, Rennie, GM, Tozer, KN. **2017**. The effect of deferred grazing in spring and early summer pastures on pasture growth rate and feed quality. *Journal of New Zealand Grasslands*. Volume 79, doi: <https://doi.org/10.33584/jnzg.2017.79>

Elejalde, DAG, Nabinger, C, Pascual, MGC, Ferreira, ET, Missio, RL, Kunrath, TR, Devincenzi, T, Cardoso, RR. **2012**. Quality of the forage apparently consumed by beef calves in natural grassland under fertilization and oversown with cool season forage species. *Brazilian Journal of Zootechnics*, 41(6), 1360–1368. doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000600007>

Fontoura Júnior, JAS, Carvalho, PCF, Nabinger, C, Da Silva, JLS, Pinto, CE, Crancio, LA. **2007**. Animal production in native pasture submitted to control of undesirable plants and grazing intensities. *Rural Science*, Santa Maria, v. 37, no. 1, p. 247-252.

Fonseca, L, Mezzalira, JC, Bremm, C, Filho, RSA, Gonda, HL, Carvalho, P, de F. **2012**. Management targets for maximising the short-term herbage intake rate of cattle grazing in *Sorghum bicolor*. *2012*. Livestock Science. Volume 145, Issues 1–3, May 2012, Pages 205-211. doi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141312000595>

Fraser, MD, Vallin, HE, Roberts, BP. **2022**. Animal board invited review: Grassland-based livestock farming and biodiversity. *Animal*. Volume 16, Issue 12, December 2022. doi: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100671>

Jaurena, M, Durante, M, Devincenzi, T, Savian, JV, Bendersky, D, Moojen, FG, Pereira, M, Soca, P, Quadros, FLF, Pizzio, R, Nabinger, C, Carvalho, PCF, Lattanzi, A. **2021**. Native Grasslands at the Core: A New Paradigm of Intensification for the Grasslands of Southern South America to Increase Economic and Environmental Sustainability. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. March 2021. doi: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.547834>

Jochims, F, Poli, CHEC, Carvalho, PCF, David, DB, Campos, NMF, Fonseca, L, Amaral, GA. **2013**. Grazing methods and herbage allowances effects on animal performances in natural grassland grazed during winter and spring with early pregnant ewes. *Livestock Science*, Amsterdam, vol. 155, no. 2/3, p. 364–372, Aug. 2013.

Klingman DL, Miles SR and Mott GO. **1943**. The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. *Journal of Society Agronomy*, Washington, D.C., vol. 35, no. 9, p. 739-746.

Malaguez, EG. **2018**. Intensification of native pasture management in the Pampa biome at the plant-animal interface and cattle nutrition. *Dissertação*. Federal University of Pampa. Graduate Program in Animal Science. Production and nutrition of ruminants. Uruguaiiana.

J.C. Mezzalira: JC, Carvalho, PCF, Amaral, MF, Bremm, C, Trindade, JK, Gonçalves, EN, Genro, TCM, Silva, RWSM. **2013**. Rotational grazing management in a tropical pasture to maximize the dairy cow's herbage intake rate. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*. 65 (3). Jun 2013. doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000300032>

McMeekan, C. P. **1961**. Grazing management and animal production. Proc. 7th Int. Grassl. Congr., pp 146-156. Available at:
<http://www.nzsap.org/system/files/proceedings/1961/ab61005.pdf>

Milligan, K. E.; Brookes, I.M.; Thompson, K. R. Feed planning on pasture. **1987**. In: NICOL, A. M. (ed.) Livestock feeding on pasture. Hamilton, N.Z.: New Zealand Society of Animal Production. Occasional Publication, n. 10. p. 75-88.

Moojen, EL; Maraschin, GE. **2002**. Productive potential of a native pasture in Rio Grande do Sul subjected to forage supply levels. Rural Science, Santa Maria, v. 32, no. 1, p. 127–132. 2002.

Moreno, JA. **1961**. Climate of Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretary of Agriculture, 41p.

Nabinger C, Moraes A, Maraschin, GE. **2000**. Campos in Southern Brazil. In: Lemaire G et al. Grassland ecophysiology and grazing ecology. CABI Wallingford Publishing. p. 355-376

Nabinger, C, Ferreira, ET, Sant’Anna, D M. **2008**. Forage Planning: from theory to practice. In: Dall’Agnol, M, Nabinger, C, Santos, RJ. (Eds.) III Forage and Animal Production Symposium: dissemination of research results on the use of native pasture in southern Brazil, 3rd, Proceedings... Porto Alegre: Metr pole, p.105-134, 2008.

Nabinger, C, Ferreira, ET, Freitas, AK, carvalho, PCF, Sant’anna, DM. **2009**. Animal production based on native grassland: applications of research results. In: Pillar, VDP et al. Campos Sulinos: conservation and sustainable use of biodiversity. Brasília: Ministry of the Environment, 2009. 403p

Nabinger, C.; Carvalho, P.C. de F. **2009**. Ecophysiology of Pastoral Systems: Applications for Sustainability. Agrocincia (2009) Vol XIII N  3 - Special number pg. 18 – 27

Nabinger, C, Dall’Agnol, M. Guia para reconhecimento de espécies dos campos sulinos. **2020**. 2^a ed. - Brasília: Ibama, 2020. 132 p.; il. ISBN 978-85-7300-390-1

Neves, FP, Carvalho, PCF, Nabinger, C, Carassai, IJ, Santos, DT, Veiga, GV. **2009**. Characterization of the vegetation structure in a natural pasture in the Pampa Biome subjected to different forage supply management strategies. *R. Bras. Zootec.*, v.38, n.9, p.1685-1694.

Nier, ZN, Zollinger, RP, Behrendt, R. **2014**. Impact of deferred grazing and fertilizer on herbage production, soil seed reserve and nutritive value of native pastures in steep hill country of southern Australia. *Grass and Forage*. Volume 70, Issue 3. September 2014. Pages 394-405. doi: <https://doi.org/10.1111/gfs.12136>

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **2007**. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, DC: The National Academies Press.

Núñez, L, Hirigoyen, A, Durante, M, Arroyo, JM, Cazzulli, F, Bremm, C, Jaurena, M. **2022**. What Factors Control the Crude Protein Content Variation of a Basaltic “Campos” Native Grassland of South America? *Agronomy*, 12(8), 1756. doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy12081756>

Poli, CHEC, Monteiro, ALG, Devincenzi, T, Albuquerque, FHMAR, Motta, JH, Borges, LI, Muir, JP. **2020**. Management Strategies for Lambs Production on Pasture-Based Systems in Subtropical Regions: A Review. *Front. Vet. Sci.*, 15. September, 2020. Sec. Animal Behavior and Welfare. doi: <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00543>

Poli, CHEC; Carvalho, PC De F. **2001**. Animal feed planning: management proposal for the pasture-based production system. *Revista Agrop. Gaúcha*, v. 7, no. 1, p.145-156.

Ramos, Z, De Barbieri, I, Lier, EV, Montossi, F. **2018**. Body and wool growth of lambs grazing on native pastures can be improved with energy and protein supplementation. *Small Ruminant Research* (2018). doi: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.11.009>

Rull, V. **2011**. Neotropical biodiversity: timing and potential drivers. *Trend in Ecology e Evolution*. Volume 26, Issue 10, October 2011, Pages 508-513 (2011). doi: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.05.011>

Salman, AKD, Soares, JPG; Canesin, RC. **2006**. Sampling methods for quantitative evaluation of pastures. *Technical Circular*, vol. 84, Aug. 2006. Available at: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/710690/1/ct84pa_stagem.pdf. Accessed on: 04 Mar. 2022

Shakhane, LM, Scott, JM, Hinch, GN, Mackay, DF, Lord, C. **2013**. Estimating the balance between pasture feed supply and demand of grazing livestock in a farmlet experiment. *Animal Production Science* 53(8) 711-726 doi: <https://doi.org/10.1071/AN12453>

Sobrinho, AGS. **2014**. Nutrition and Feeding of Sheep. Page: 240. Chapter 22. In.: Selaive-Villaruel, AB, Osório, J. C. S. *Sheep production in Brazil*. 1st edition. São Paulo: Roca, 2014. ISBN: 9788541203142

Tiecher, T, Oliveira, LB, Rheinheimer, DS, Quadros, FLF, Gatiboni, LC, 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, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1111/gfs.12079>

Tohill, 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.

Valadares Filho, SC, LOPES, SA, Chizzotti, M. L. et al. **2016**. BR-CORTE 4.0. *Formulação de dietas, predição de desempenho e análise econômica de zebuínos puros e cruzados*. 2016. Disponível em www.brcorte.com.br.

Viñoles, C, Jaurena, M, Barbieri, Ide, Do Carmo, M, Montossi, F. **2013**. Effect of creep feeding and stocking rate on the productivity of beef cattle grazing grasslands. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. Vol 56. Issue 4. Available at: <https://doi.org/10.1080/00288233.2013.840320>

Webby, RW, Bywater, AC. **2017**. Principles of feed planning and management. In: Rattray, PV, Brookes, IM, Nicol, A.M. (ed.) Pasture and Supplements for Grazing Animals. Cambridge: New Zealand Society of Animal Production, 2017. No. 14, chap. 12, p. 189-224. ISBN: 0-473-05236-9.

List of figure caption

Figure 1 – The conceptual model of the forage planning model, was elaborated based on the concepts and assumptions of Webby and Bywater (2017) and Cavalcante (2015).

Figure 2 - Metabolic weight of herds (cattle and sheep) on the Alto das Figueiras property, located in the subtropical region, Encruzilhada do Sul, RS, during the evaluation period.

Figure 3 - Mean herbage mass (kg DM/ha) on the Alto das Figueiras property, located in the subtropical region, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul, during the evaluation period.

Figure 4 - Composition of metabolizable energy (ME; MJ/kg DM) and metabolizable protein (MP; g/kg DM) of the native pasture herbage, on the Alto das Figueiras property, located in the subtropical region, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul.

Figure 5 - Feed budget based on dry matter from the native grassland, on the native pasture herbage, on the Alto das Figueiras property, located in the subtropical region, Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul.

Figure 6 – Forage allowance (kg DM/100 kg live weight) on the Alto das Figueiras property, located in the subtropical region, Encruzilhada do Sul, RS, during the evaluation period.

Figure 7– Feed budget considering the amount of metabolizable protein (MP) in the pasture and the herd's MP demand per month on the native field, of the Alto das Figueiras property, located in a subtropical region.

Figure 8 – Feed budgeting considering the amount of metabolizable energy (ME) in the pasture and the herd's MP demand per month on the native field, of the Alto das Figueiras property located in the subtropical region, Encruzilhada do Sul.

Figure 9 – Metabolizable energy requirements in dry matter and monthly dry matter intake of the animals, calculated by the according to NRC (2007) for sheep and BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2016) for beef cattle, from the native grassland on the Alto das Figueiras property, located in the subtropical region, Encruzilhada do Sul, RS, Brazil.

Figure 10 - Evaluating the energy balance of the diet and the daily consumption of dry matter by species separately, from the native grassland on the Alto das Figueiras property, located in the subtropical region, Encruzilhada do Sul, RS, Brazil.

Figure 11- Simulation only with a sheep herd present on the Alto das Figueiras property, located in the subtropical region, Encruzilhada do Sul, RS, Brazil.

Figure 12- Simulation with a flock of sheep, adult cattle breeders from April to December and weaned calves from January, February and March.

Table 1 – Composition of sheep and cattle herds throughout the productive year on the Alto das Figueiras property in southern Brazil used as a model for developing forage budgeting in the native pasture of the Pampa biome.

	Months											
	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV	DEC
Kg DM available	78.388	46.474	18.840	27.378	70.886	59.730	57.580	43.606	67.664	81.631	58.435	34.275
SHEEP		Mating				Calving						
Ewe maintenance	133	133	132	15	9	24	25	26	0	0	219	219
Pregnant ewe	0	0	0	134	134	117	108	8	0	0	0	0
Lambing ewe (1)	0	0	0	0	0	0	7	141	180	180	0	0
Lambing ewe (2 or +)	0	0	0	0	0	0	0	15	18	18	0	0
Earling ewe	83	83	83	89	89	20	21	26	22	22	0	0
Pregnant earling ewe	0	0	0	0	0	70	69	20	0	0	0	0
Lambs	171	171	115	0	0	34	34	35	0	0	213	211
Pregnant lambs	0	0	0	0	0	36	36	25	0	0	0	0
Ram	10	10	15	12	12	11	0	0	11	10	13	12
CATTLES		Early weaning									Artificial insemination	
Calving cows (pregnants)	37	9	7	30	30	0	2	3	1	3	1	77
Non-calving cows	0	0	52	0	0	0	0	1	1	1	60	0
Weaned calves	0	9	114	95	0	18	18	6	6	6	0	0
Heifer 13-24 months	5	0	1	0	0	0	0	12	32	4	45	5
Lactating calves	0	0	7	0	0	0	2	3	1	3	1	77
Bulls	5	3	7	14	14	0	8	10	5	10	10	3
Demand of herds (kg DM/month)	29.965	18.186	40.896	31.705	23.837	11.965	16.306	29.176	30.509	25.569	35.271	52.331

Table 2 – The floristic composition was described by listing the species, according to the BOTANAL method on the Alto das Figueiras property in southern Brazil.

Species	Percentage (%)
<i>Paspalum notatum</i>	48
<i>Piptochaetium montividense</i>	10
<i>Axonopus affinis</i>	5
<i>Desmodium incanum</i>	5
<i>Mnesithea selloana</i>	4
<i>Soliva pterosperma</i>	4
<i>Vernonia nudiflora</i>	4
<i>Paspalum pumilum</i>	3
<i>Baccharis trimera</i>	2
<i>Dichantherium sabulorum</i>	2
<i>Paspalum pauciflorum</i>	2
<i>Eleocharis viridans</i>	1
Other species	9

Figure 1

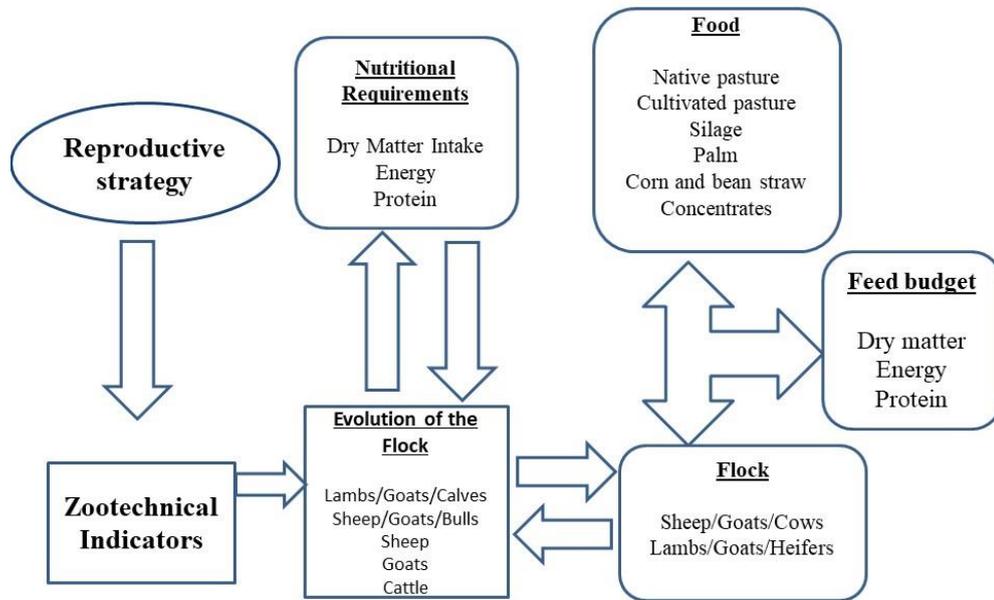


Figure 2

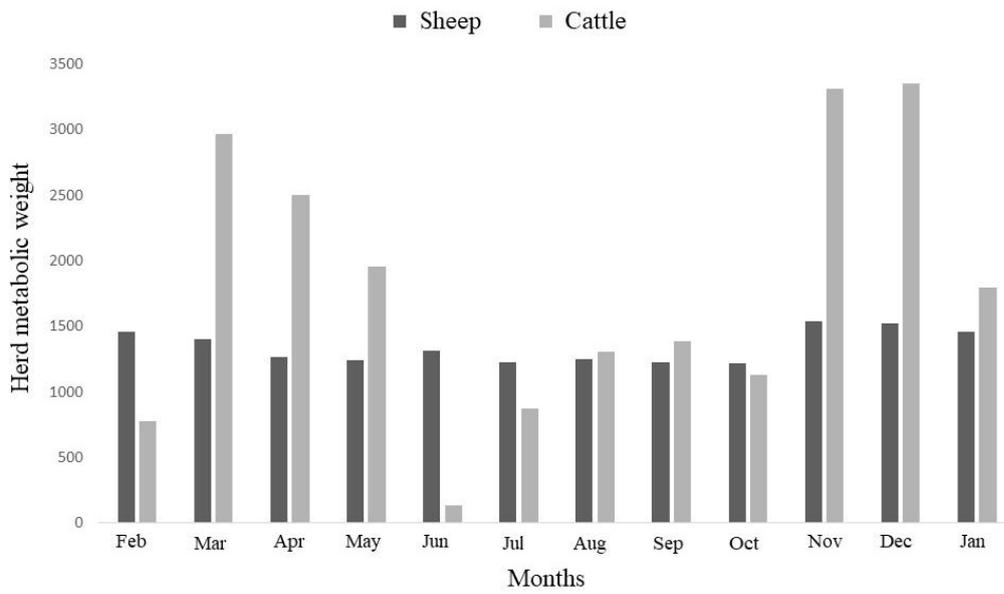


Figure 3

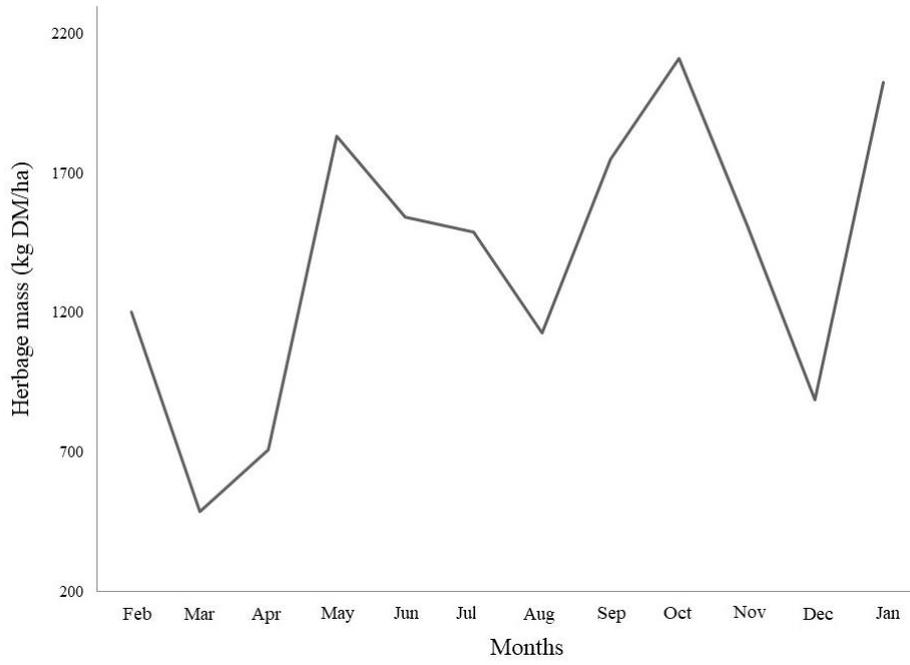


Figure 4

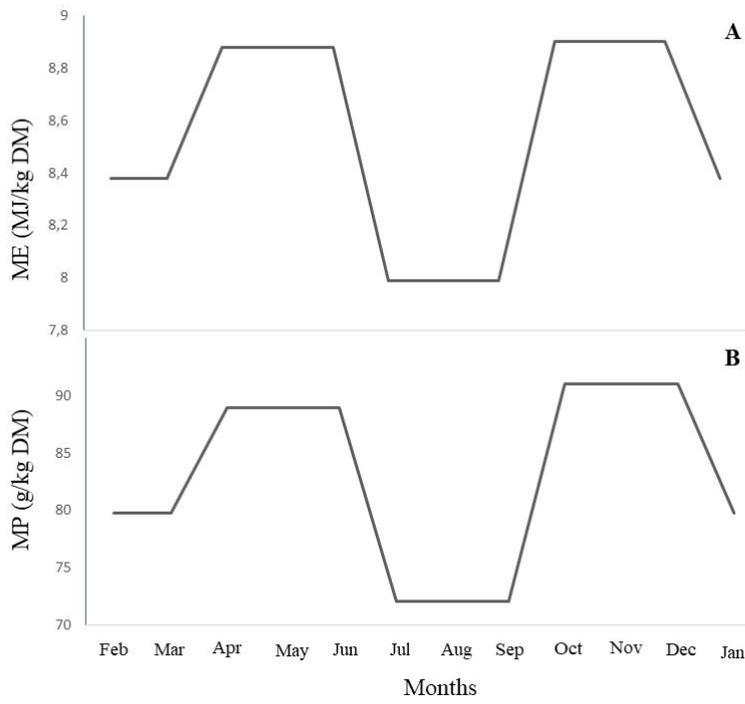


Figure 5

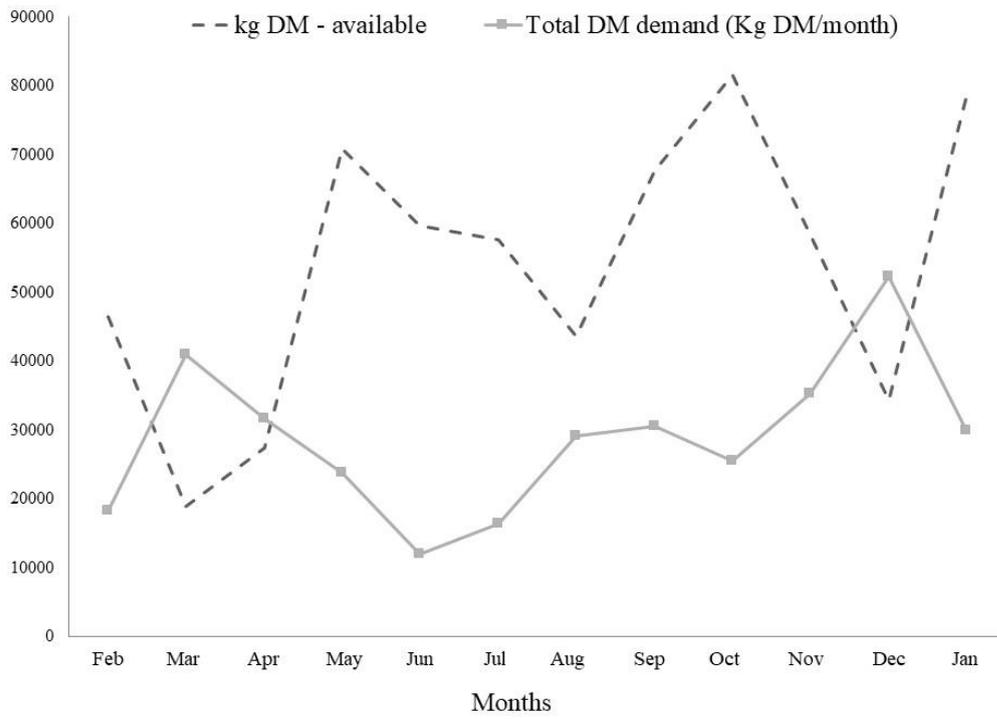


Figure 6

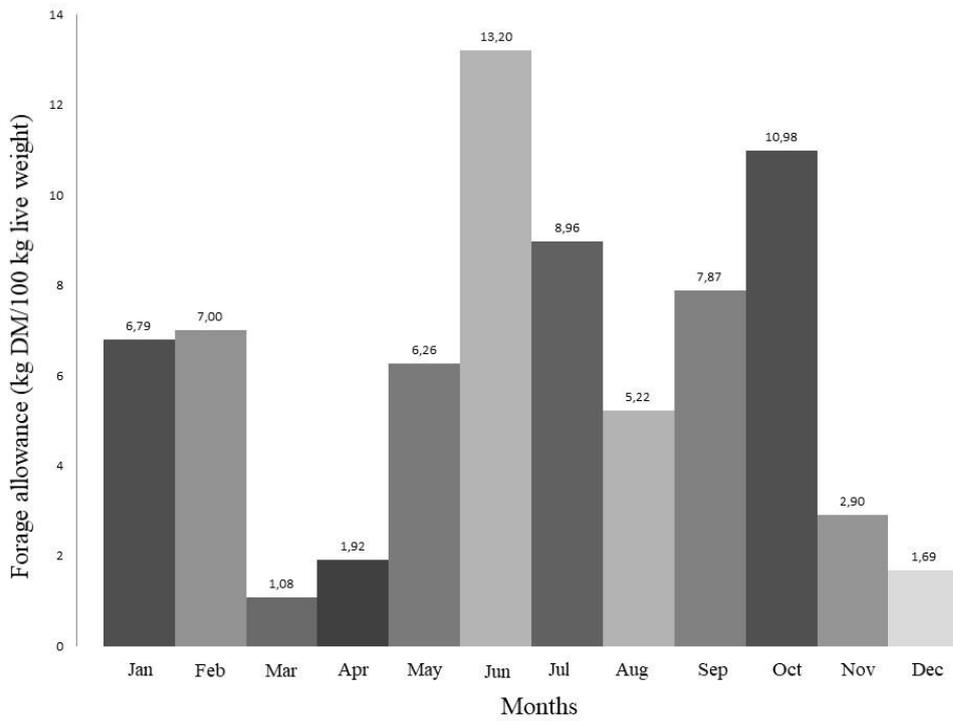


Figure 7

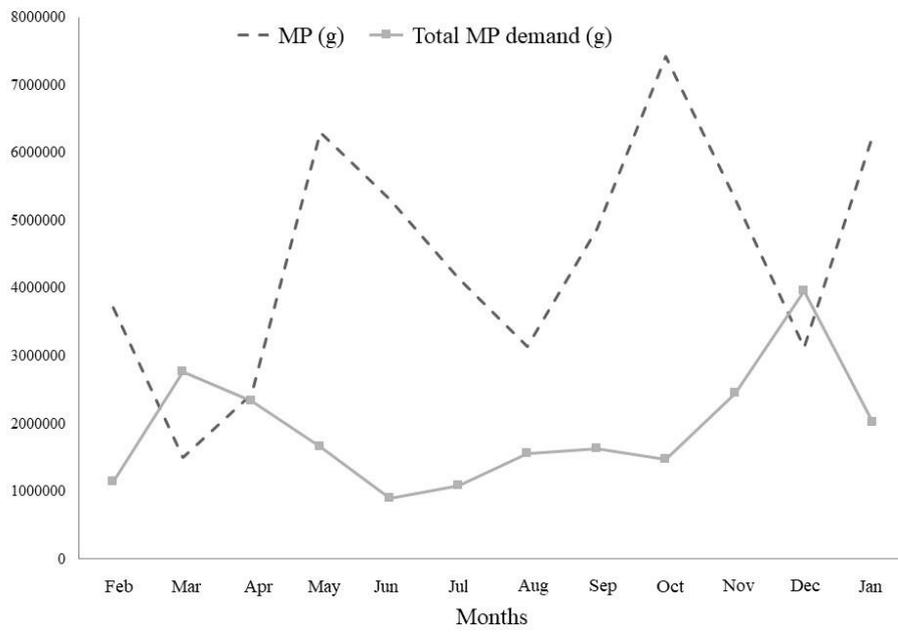


Figure 8

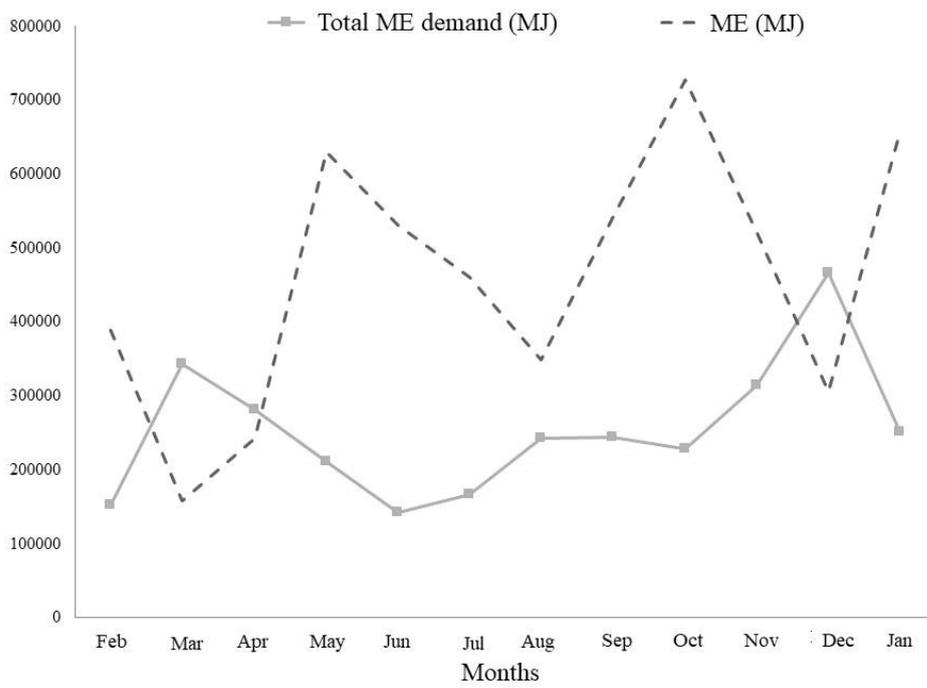


Figure 9

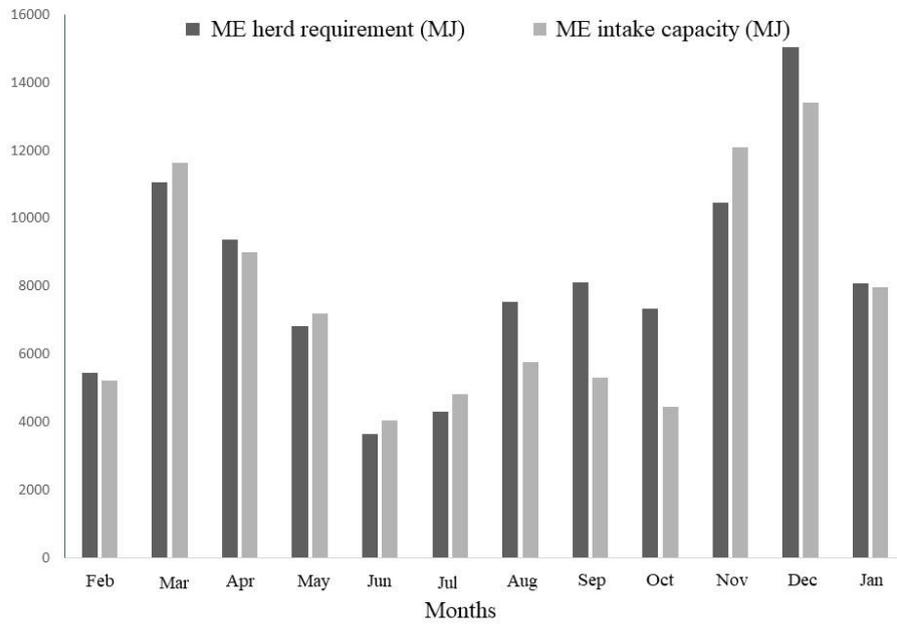


Figure 10

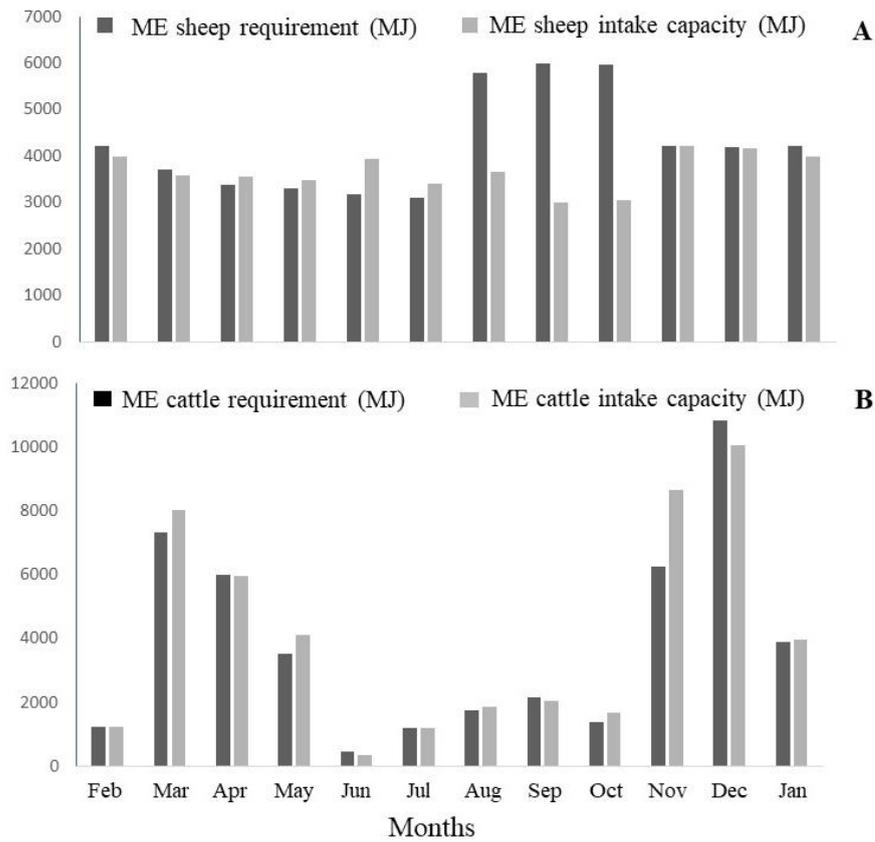


Figure 11

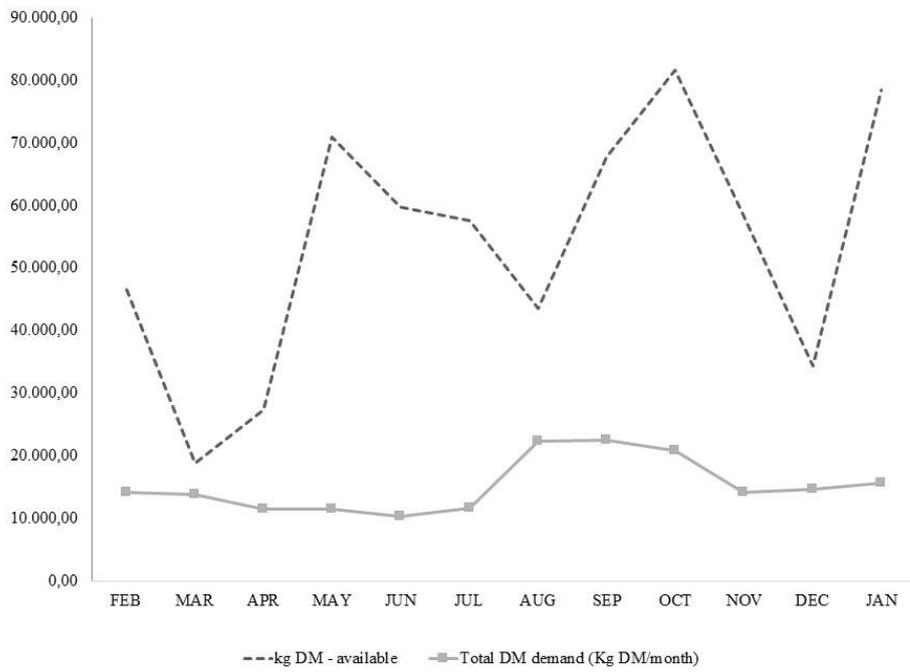
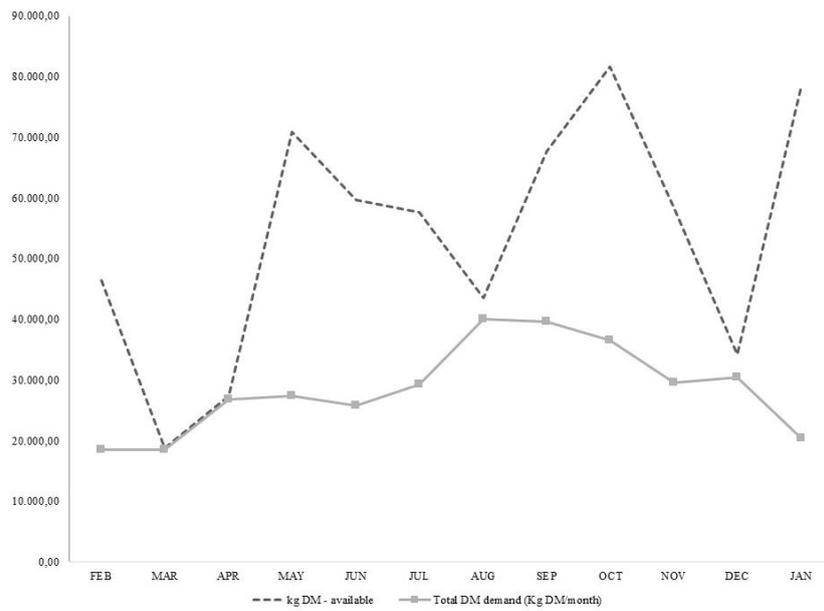


Figure 12



CAPÍTULO V

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Três estudos reportados nesta tese trouxeram resultados atuais que permitem uma melhor compreensão sobre a produção forrageira nos Campos Sulinos que servirá como base para manejo destas pastagens.

O primeiro estudo apresentou resultados sobre a produtividade primária em diferentes regiões do Rio Grande do Sul, em diferentes condições pastoris, representadas por três de massas de forragem, e em cada estação do ano. Os resultados deste trabalho demonstraram que a relação positiva entre altura e massa de forragem, gerando equações para cada região que poderão auxiliar os produtores na tomada de decisão ao realizar o ajuste de carga da sua propriedade. Os resultados também demonstraram que as regiões apresentam massa de forragem e taxa de acúmulo de forma distinta durante as estações do ano. Podemos concluir que os campos nativos das diferentes regiões do RS apresentam características produtivas distintas nas diferentes estações do ano.

O segundo estudo trouxe resultados sobre a composição florística dos campos nativos dos biomas Pampa e Mata Atlântica em diferentes massas de forragem. Com os resultados, pode-se concluir que os campos nativos sul brasileiros, independente do bioma, têm a predominância das gramíneas estivais em sua cobertura e que a massa de forragem intermediária gera uma maior diversidade de espécies na pastagem. Entretanto, as espécies de gramíneas são alteradas conforme a massa de forragem, demonstrando a importância do manejo da pastagem nos dois biomas.

O terceiro artigo destacou a importância do planejamento forrageiro nas propriedades produtoras de ruminantes no bioma Pampa. Os resultados demonstraram que o modelo de planejamento forrageiro desenvolvido na forma de “Orçamento Alimentar” em pastagens nativas com grande diversidade florística permite identificar com clareza momentos de excesso e déficit de massa forrageira, além de permitir simulações com alterações no número de animais na propriedade, objetivando auxiliar o produtor na tomada de decisões quanto à carga animal a ser utilizada.

Espera-se que os resultados apresentados nesta tese possam auxiliar os produtores rurais na gestão das suas propriedades, reduzindo os riscos de perda de produtividade por decisões tomadas sem conhecimento prévio, além de contribuir para a preservação dos Campos Sulinos.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, F. H. M. A. R. **Tipologia e modelagem de sistemas diversificados com produção de ovinos no bioma caatinga**. 2020. 174 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.
- ANDRADE, B. O. *et al.* Classification of South Brazilian grasslands: implications for conservation. **Applied Vegetation Science**, Bethesda, v. 22, n. 1, p. 168-184, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/avsc.12413>. Acesso em: 10 jan. 2024.
- ASSIS, J. P. *et al.* Dados climáticos simulados e produtividade potencial do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 5, p. 731-737, maio 2006.
- BAGGIO, R. *et al.* To graze or not to graze: a core question for conservation and sustainable use of grassy ecosystems in Brazil. **Perspectives in Ecology and Conservation**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 256-266, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.06.002>. Acesso em: 5 maio 2020.
- BARBOSA, P. F.; ASSIS, A. G. Modelos de simulação como auxílio à tomada de decisões em sistemas de produção de gado de leite. *In*: BARBOSA, P. F.; ASSIS, A. G.; COSTA, M. A. B. **Modelagem e simulação de sistemas de produção animal**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2002. cap. 1, p. 10-45.
- BARIONI, L. G. *et al.* Planejamento alimentar e ajustes de taxa de lotação em fazendas de pecuária a de corte. *In*: SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE – II SIMBOI, 2., 2006, Brasília-DF. [Anais]. Brasília, DF: [s. n.], 2006. p. 1-31.
- BARIONI, L. G.; TONATO, F.; ALBERTINI, T. Z. **Orçamentação forrageira: revisitando os conceitos e atualizando as ferramentas**. *In*: SIMPÓSIO DE MANEJO DA PASTAGEM, 26., 2011, Piracicaba-SP. **Anais**. Piracicaba: ESALQ, 2011
- BEHLING, H. *et al.* Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o quaternário tardio. *In*: PATTÀ-PILLAR, V. *et al.* (ed.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. cap. 1, pt. 1, p. 13-25.
- BENCKE, G. A. Diversidade e conservação da fauna dos Campos do Sul do Brasil. *In*: PILLAR, V. D. P. *et al.* **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 101-121.
- BERGAMASCHI, H. O clima como fator determinante da fenologia das plantas. *In*: REGO, C. M.; NEGRELLE, R. R. B.; MORELATTO, L. P. C. **Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2007. cap. 16, p. 291-310.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A. Clima e produção primária: limitações hídricas. *In*: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 11.; SEMINÁRIO MERCOSUL DA CADEIA MADEIRA, 2., 2012, Nova Prata. **Anais**.

Nova Prata: Associação Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul, 2012. p. 1-22. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/236143854_CLIMA_E_PRODUCAO_PRIMARIA_LIMITACOES_HIDRICAS. Acesso em: 12 maio 2022.

BERRETTA, E. J. Ecophysiology and management response of the subtropical grasslands of Southern South America. *In*: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro, SP, Brazil. **Proceedings of the [...]**. Piracicaba: ESALQ, 2001. p. 1-27. Disponível em: <https://uknowledge.uky.edu/igc/19/25/4/>. Acesso em: 8 jan. 2024.

BIRCHAM, J. S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 38, p. 323-331, 1983.

BOLDRINI, I. L. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. *In*: PILLAR, V. D. P. *et al.* (ed.). **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 63-77.

BONHOMME, R. Beware of comparing RUE values calculated from PAR vs. solar radiation or absorbed vs. intercepted radiation. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 68, p. 247–252, 2000. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4290\(00\)00120-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-4290(00)00120-9). Acesso em: 16 fev. 2024.

BOVINOS: o RS tem o sétimo maior rebanho bovino do Brasil. *In*: RIO GRANDE DO SUL. **Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul**. 7. ed. Porto Alegre: Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão, 2022. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/bovinos#:~:text=Entre%20as%20unidades%20da%20federa%C3%A7%C3%A3o,Grosso%20do%20Sul%20e%20Rond%C3%B4nia>. Acesso em: 2 abr. 2024.

BRUNINI, O. **Elementos meteorológicos e comportamento vegetal**. Campinas: IAC, 1998. 46 p.

CARÁMBULA, M. **Pasturas naturales mejoradas**. Montevideo: Hemisfério Sur, 1997.

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.; MARASCHIN, G. E.; NABINGER, C. Potencial produtivo do campo nativo do Rio Grande do Sul. *In*: SUPLEMENTAÇÃO DE RUMINANTES EM PASTEJO, 1., 1998, Porto Alegre, RS. **Anais**. Porto Alegre: RS: [UFRGS], 1998.

CEZIMBRA, I. M. *et al.* Potential of grazing management to improve beef cattle production and mitigate methane emissions in native grasslands of the Pampa biome. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 780, [art.] 146582, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146582>. Acesso em: 10 dez. 2023.

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *In*: BAKER, M. J. (ed.). **Grasslands for our world**. Wellington: SIR, 1993. p. 55-64.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. Plant water relations: absorption, transport and control mechanisms. *In*: MONTANARO, G.; DICHIO, B. (ed.). **Advances in selected plant physiology aspects**. London: INTECH, 2012. p. 105-132.

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

COSTA, N. L.; DESCHAMPS, C.; MORAES, A. Estrutura da pastagem, fotossíntese e produtividade de gramíneas forrageiras. **PUBVET**, Londrina, v. 6, n. 21, [art.] 1387, 2012.

FIALHO, F. B. Sistemas de apoio à decisão na produção de suínos e aves. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: SBZ, 1999. p. 307- 317.

FONTOURA JÚNIOR, J. A. S. 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, 2007.

GARAGORRY, F. C. *et al.* Produção animal em pastagem natural e pastagem sobre-semeada com espécies de estação fria com e sem o uso de glyphosate. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 127-134, 2008.

GOMIDE, J. A. Adubação fosfatada e potássica das plantas forrageiras. *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 2., 1975, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: ESALQ, 1975. p. 143-145.

GUARDA, V. D' A.; CAMPOS, L. J. M. **Bases ecofisiológicas da assimilação de carbono e suas implicações na produção de forragem**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2014. 48 p. (Documentos / Embrapa Pesca e Aquicultura, 7).

GUIMARÃES, V. P. Modelagem de sistemas de produção de caprinos e ovinos. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 18., 2008, João Pessoa, PB. **Anais**. João Pessoa: UFPB, ABZ, 2008. p. 1.

HASENACK, H. *et al.* Climate and soil conditions across the south brazilian grasslands. *In*: OVERBECK, G. E. *et al.* (ed.). **South Brazilian grasslands: ecology and conservation of the Campos Sulinos**. Cham: Springer, 2023. p. 119-144.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Limite Pampa-Mata Atlântica. *In*: IBGE. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250 000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. (Relatórios Metodológicos, v. 45). p. 63-74. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101676.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2024.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contas de ecossistemas: o uso da terra nos biomas brasileiros: 2000-2018.** Rio de Janeiro: Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Coordenação de Contas Nacionais, 2023. 101 p. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101753.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). **Balanço: verão 2022/2023 foi marcado por muito calor na Região Sul.** Brasília, DF, 16 mar. 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/ver%C3%A3o-2022-2023-balan%C3%A7o-da-esta%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 20 nov. 2023.

JOCHIMS, F. *et al.* Desempenho de ovelhas e cordeiros manejados com diferentes métodos de pastoreio e ofertas de forragem em campo natural. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Santa Rosa, AR, v. 22, p. 85-88, 2013. Serie supl. 2.

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.

KLUGE, R. A.; TEZOTTO-ULIANA, J. V.; SILVA, P. P. M. Aspectos fisiológicos e ambientais da fotossíntese. **Revista Virtual de Química**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 56-73, 2015.

KUPLICH, T. M.; COSTA, L. F. F.; CARDOSO, M. A. G. Avanço da soja no bioma Pampa em Aceguá, RS. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DO PAMPA, 1.; SEMINÁRIO DA SUSTENTABILIDADE DA REGIÃO DA CAMPANHA, 3., 2016, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, 2016. p. 1-10.

LEMAIRE, G. Ecophysiology of grasslands: dynamics aspects of forage plant populations in grazed swards. *In*: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro, SP. **Proceedings of the [...]**. Piracicaba: ESALQ, 2001, p. 29-37.

MAPBIOMAS. **Mata Atlântica: evolução anual da cobertura e uso da terra (1985-2022).** [S. l.]: MapBiomias, 2024. 1 mapa. color. (Coleção 8.0). Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2023/09/MBI-Infografico-mataatlantica-8.0-BR-rev4-1-scaled.jpg>. Acesso em: 15 dez. 2023.

MAPBIOMAS. **Pampa: evolução anual da cobertura e uso da terra (1985-2022).** [S. l.]: MapBiomias, 2024. 1 mapa. color. (Coleção 8.0). Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2023/09/MBI-Infografico-pampa-8.0-BR-rev4-1-scaled.jpg>. Acesso em: 15 dez. 2023.

MAPBIOMAS. **Pampa sul-americano segue perdendo a vegetação nativa.** [S. l.]: MapBiomias, 2023. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2023/11/28/pampa-sul-americano-segue-perdendo-a-vegetacao-nativa/>. Acesso em: 15 dez. 2023.

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: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 248-259.

MEDEIROS, H. R. **Avaliação de modelos matemáticos desenvolvidos para auxiliar a tomada de decisão em sistemas de produção de ruminantes em pastagens**. 2003. 112 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MEDEIROS, H. R. *et al.* **Planejamento de sistemas de produção de caprinos e ovinos utilizando orçamento forrageiro**. Sobral: Embrapa, 2008. (Comunicado Técnico, 91).

MENEZES, L. S. *et al.* A conservação dos Campos Sulinos nas normas ambientais. **Nexo Políticas Públicas**, [Brasil], 23 ago. 2021. Disponível em: https://pp.nexojornal.com.br/linha-do-tempo/2021/A-conserva%C3%A7%C3%A3o-dos-Campos-Sulinos-nas-normas-ambientais?fbclid=IwAR1TPyUEBnkGtKhwe_8jzQQs77E7yUtHWbWQ476C6JkKzvy1tnf7PF4aei0. Acesso em: 24 ago. 2021.

MCIVOR, J. G. Leaf growth and senescence in *Urochloa mosambicensis* and *U. oligotricha* in a seasonally dry tropical environment. **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, v. 35, n. 2, p. 177-187, 1984.

MILLIGAN, K. E.; BROOKES, I. M.; THOMPSON, K. R. Feedplanning on pasture. *In*: NICOL, A. M. (ed.). **Livestock feeding on pasture**. Hamilton, N.Z.: New Zealand Society of Animal Production, 1987. (Occasional Publication, n. 10). p. 75-88.

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.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 213-251.

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

NABINGER, C. Manejo e produtividade das pastagens nativas do subtropical brasileiro. *In*: DALL'AGNOL, M. *et al.* (org.) SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, 1, 2006, Porto Alegre. **Anais**. Canoas: Ulbra, 2006. p. 25-76.

NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba. **Anais**: produção de bovinos a pasto. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 15-95.

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

NABINGER, C.; FERREIRA, E. T.; SANT'ANNA, D. M. Planejamento forrageiro: da teoria à prática. *In*: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 3., 2008, Porto Alegre. **Anais do [...]**. Porto Alegre: UFRGS, 2008. p. 105-134.

OLIVEIRA, L. B. *et al.* Phosphate sources affect P and N nutrition in pluri-specific natural grasslands in the Brazilian Pampa biome. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 46, [art.] e0210145, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.36783/18069657rbc20210145>. Acesso em: 7 out. 2023.

OLIVEIRA, L. B. *et al.* Long-term effects of phosphorus on dynamics of an overseeded natural grassland in Brazil. **Rangeland Ecology & Management**, Lakewood, v. 68, n. 6, p. 445–452, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rama.2015.07.012>. Acesso em: 7 out. 2023.

OLIVEIRA, R. A. *et al.* Estimativa da produtividade da cana-de-açúcar para as principais regiões produtoras de Minas Gerais usando-se o método ZAE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, p. 549-557, 2012.

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. 33-41.

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

PALLARÉS, R. O.; BERRETTA, E. J.; MARASCHIN, G. E. The south american campos ecosystem. *In*: SUTTIE, J. M.; REYNOLDS, S. G.; BATELLO, C. **Grasslands of the world**. Rome: FAO, 2005. p.171-179.

PILLAR, V. P. *et al.* (ed.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília, DF: MMA, 2012.

PILLAR, V. P.; VÉLEZ, E. Extinção dos Campos Sulinos em unidades de conservação: um fenômeno natural ou um problema ético? **Revista Natureza e Conservação**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 84-86, 2010.

PIMENTEL, R. M. *et al.* Ecophysiology of forage plants. **PUBVET**, Maringá, v. 10, n. 9, p. 666-679, 2016.

POLI, C. H. E. C.; CARVALHO, P. C. F. Planejamento alimentar de animais: proposta de gerenciamento para o sistema de produção à base de pasto. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p.145-156, 2001.

QUADROS, F. L. F. *et al.* 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*, 43., 2006, João Pessoa. **Anais**. João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. p. 1.

QUADROS, F. L. F.; TRINDADE, J. P. P.; BORBA, M. A abordagem funcional da ecologia campestre como instrumento de pesquisa e apropriação do conhecimento pelos produtores rurais. *In: PILLAR, V. P. et al. (ed.). Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 206–227.

RAMOS, B. L. P. *et al.* Developmental factors for forage plants and their responses under stress conditions. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 14, [art.] e288111435530, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/35530>. Acesso em: 16 fev. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação. **Radiografia agropecuária gaúcha**. Porto Alegre: Ascom/Seapi, 2023. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202308/30084432-ebook-rag-2023.pdf>. Acesso em: 30 out. 2023.

SANT'ANNA, D. M. **Modelagem bio-econômica para planejamento e tomada de decisão em sistemas agropecuários**. 2009. 309 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SANTOS, R. M. *et al.* Productive and morphogenetic responses of buffel grass at different air temperatures and CO₂ concentrations. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 43, n. 8, p. 404-409, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982014000800002>. Acesso em: 20 jan. 2024.

SARMENTO, M. B.; MACEDO, I. G.; RAMBORGGER, B. M. Serviços ecossistêmicos e práticas de manejo de campo na visão dos pecuaristas dos campos sulinos. *In: RIBEIRO, J. C.; SANTOS, C. A. (org.). Competência técnica e responsabilidade social e ambiental nas ciências agrárias 2*. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020. cap. 13, p. 109-121.

SBRISSIA, A. F. *et al.* Produção animal em pastagens cultivadas em regiões de clima temperado da América Latina. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, Mayaguez, v. 25, n. 1, p. 47-60, 2017.

SBRISSIA, A. F.; SILVA, S. C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 38, Piracicaba, 2001. **Anais**. Piracicaba: SBZ, 2001. p. 731-754.

SILVA, S. C.; NASCIMENTOS JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V. B. P. **Pastagens: conceitos básicos, produção e manejo**. Viçosa, MG: Suprema, 2008.

SILVA, A. W. L. *et al.* Acúmulo mensal de forragem em pastagem de Tifton 85 no oeste catarinense. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 7233-7249, jan. 2021.

SHAKHANE, L. M. *et al.* Estimating the balance between pasture feed supply and demand of grazing livestock in a farmlet experiment. **Animal Production Science**, Melbourne, v. 53, n. 8, p. 711-726, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1071/AN12453>. Acesso em: 15 maio 2020.

STRECK, E. V. *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. 3. ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Emater/RSAscar, 2018. 252 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TANURE, S. **Modelo bioeconômico para suporte à decisão em sistemas pecuários**. 2012. 186 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

TIPOS de solo. *In*: RIO GRANDE DO SUL. **Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul**. 7. ed. Porto Alegre: Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão, 2022. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/solos>. Acesso em: 14 set. 2023.

TONATO, F. **Desenvolvimento e avaliação de modelos preditores de acúmulo de forragem em pastagens tropicais para apoio à tomada de decisão**. 2009. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

VALENTE, P. T. *et al.* Classification of precipitation anomalies in the Rio Grande do Sul in ENSO events in the 20th century. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 35, n. 1, [art.] e66073, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/SN-v35-2023-66073>. Acesso em: 12 jan. 2024.

WEBBY, R. W.; BYWATER, A. C. Principles of feed planning and management. *In*: RATTRAY, P. V.; BROOKES, I. M.; NICOL, A. M. (ed.) **Pasture and supplements for grazing animals**. Cambridge: New Zealand Society of Animal Production, 2017. (Occasional Publication, no. 14). cap. 12, p. 189-224.

APÊNDICES

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

Grass and Forage Science

AUTHOR GUIDELINES

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.</p> <p>The paper should state the importance of the methodology to grassland or forage science and the situations in which it can be applied.</p> <p>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>		
--------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Original Article	A full-length research paper that describes novel research that is within the scope of Grass and Forage Science.	Manuscript structure: Abstract (250 words maximum); Keywords; Introduction; Materials and Methods; Results; Discussion; Conclusion (if applicable)*; Acknowledgements (if applicable); References.	Yes, Structured	Data Availability Statement
-------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------	-----------------------------------

Review Article	Full length review papers are welcomed.	Manuscript structure: Abstract (250 words maximum); keywords; Introduction; Content-appropriate headings; References	Yes, structured	Data Availability Statement
Short Communications	<p>A short communication is a short paper that describes timely results from an experiment testing a novel hypothesis.</p> <p>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</p>	As a guide a short communication should contain a total of no more than 5 tables and figures.	No	

	<p>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>			
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

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 B –Normas da revista New Zealand Journal of Agricultural Research utilizada para a preparação dos capítulos III e IV

New Zealand Journal of Agricultural Research

Contents

- [Instructions for Authors](#)
- [Open Access](#)
- [Peer Review and Ethics](#)
- [Article types](#)
- [Templates](#)
- [References](#)
- [Checklist](#)
- [Using Third-Party Material](#)
- [Submitting Your Paper](#)
- [Data Sharing Policy](#)
- [Publication Charges](#)
- [Copyright Options](#)
- [Complying with Funding Agencies](#)
- [My Authored Works](#)

Instructions for Authors

Please consult the Journal's [style guide](#) on preparing and submitting a manuscript to the *New Zealand Journal of Agricultural Research*. It should be read in conjunction with the Royal Society Te Aparangi's [Policy and procedures](#) document, which includes guidelines on the responsibilities and requirements placed on authors. This journal is peer-reviewed, and all peer review is single blind.

Prospective contributors should consult [recent issues](#) of the journal to ensure that a planned submission is appropriate.

Open Access

Corresponding authors affiliated with any of the participating universities in Australia and New Zealand can publish their articles open access with fees covered in the *New Zealand Journal of Agricultural Research*. [Find out more](#).

You have the option to publish open access in this journal via our Open Select publishing program. Publishing open access means that your article will be free to access online immediately on publication, increasing the visibility, readership and impact of your research. Articles published Open Select with Taylor & Francis typically receive 45% more citations* and over 6 times as many downloads** compared to those that are not published Open Select.

Your research funder or your institution may require you to publish your article open access. Visit our [Author Services](#) website to find out more about open access policies and how you can comply with these.

You will be asked to pay an article publishing charge (APC) to make your article open access and this cost can often be covered by your institution or funder. Use our [APC finder](#) to view the APC for this journal.

Please visit our [Author Services website](#) if you would like more information about our Open Select Program.

*Citations for articles published online 2018-2022. Data obtained on 23rd August 2023, from Digital Science's Dimensions platform, available at <https://app.dimensions.ai>

**Usage in 2020-2022 for articles published online 2018-2022

Peer Review and Ethics

Taylor & Francis is committed to peer-review integrity and upholding the highest standards of review. Once your paper has been assessed for suitability by the editor, it will then be single blind peer reviewed by independent, anonymous expert referees. Further information on our preprints policy and citation requirements can be found on our [Preprints Author Services page](#). Find out more about [what to expect during peer review](#) and read our guidance on [publishing ethics](#).

Article types

We welcome research articles of up to 5,000 words. Longer papers, including review articles, are welcome although authors should first of all contact the senior editor or the

editorial office. Short communications should be 1500–3000 words in length. These may be well-documented but short pieces of work that the author wishes to publish quickly. Alternatively, they may present results which are indicative only, and therefore of interest, but do not merit the status of a full paper. They should resemble full sized papers in terms of structure and contain the usual main headings. Book reviews are by invitation only. Forum articles are invited discussions on a specific topic, moderated by an editor.

Templates

Papers should be submitted in Word or LaTeX formats. Figures should be saved separately from the text. To assist you in preparing your paper, we provide formatting template(s) to use after saving to your hard drive.

[Word templates](#)

[LaTeX template](#)

If you are not able to use the template via the links (or if you have any other template queries) please contact us [here](#).

References

Journal names in the reference list can either be listed in full or abbreviated, so long as it is consistent throughout the list. The complete reference style formatting can be found in this [reference guide](#).

An [EndNote output style](#) is also available to assist you.

Checklist: What to Include

1. **Author details.** Please ensure all listed authors meet the [Taylor & Francis authorship criteria](#). All authors of a manuscript should include their full name and affiliation on the cover page of the manuscript. Where available, please also include ORCID iDs. One author will need to be identified as the corresponding author, with their email address normally displayed in the article PDF and the online article. Authors' affiliations are the affiliations where the research was conducted. If any of the named co-authors moves

affiliation during the peer-review process, the new affiliation can be given as a footnote. Please note that no changes to affiliation can be made after your paper is accepted. [Read more on authorship](#).

2. **Presentation of papers.** Research articles and short communications are to be organized in the following sections: Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References. If your article includes any supplementary material, this should be uploaded with your initial submission for peer review purposes.

3. An unstructured **abstract** of no more than 200 words. Read tips on [writing your abstract](#).

4. You can opt to include a **video abstract** with your article. [Find out how these can help your work reach a wider audience, and what to think about when filming](#).

5. Between 5 and 10 **keywords**. Read [making your article more discoverable](#), including information on choosing a title and search engine optimization.

6. **Funding details.** Please supply all details required by your funding and grant-awarding bodies as follows: *For single agency grants* This work was supported by the [Funding Agency] under Grant [number xxxx]. *For multiple agency grants* This work was supported by the [Funding Agency #1] under Grant [number xxxx]; [Funding Agency #2] under Grant [number xxxx]; and [Funding Agency #3] under Grant [number xxxx].

7. **Disclosure statement.** This is to acknowledge any financial or non-financial interest that has arisen from the direct applications of your research. If there are no relevant competing interests to declare please state this within the article, for example: *The authors report there are no competing interests to declare*. [Further guidance on what is a conflict of interest and how to disclose it](#).

8. **Data availability statement.** If there is a data set associated with the paper, please provide information about where the data supporting the results or analyses presented in the paper can be found. Where applicable, this should include the hyperlink, DOI or other persistent identifier associated with the data set(s). [Templates](#) are also available to support authors.

9. **Data deposition.** If you choose to share or make the data underlying the study open, please deposit your data in a [recognized data repository](#) prior to or at the time of

submission. You will be asked to provide the DOI, pre-reserved DOI, or other persistent identifier for the data set.

10. **Supplemental online material.** Supplemental material can be a video, dataset, fileset, sound file or anything which supports (and is pertinent to) your paper. We publish supplemental material online via Figshare. Find out more about [supplemental material and how to submit it with your article](#).

11. **Figures.** Figures should be high quality (1200 dpi for line art, 600 dpi for grayscale and 300 dpi for colour). Figures should be saved separately from the text as TIFF, JPEG, PS, EPS, AI or SVG files. Provide a list of figure captions after the references section of the manuscript. Do not embed the figure caption in the figure file. Number the figures according to their sequence in the text and use a logical naming convention.

12. **Tables.** Tables should present new information rather than duplicating what is in the text. Readers should be able to interpret the table without reference to the text. Please submit tables as editable text and not as images. Tables along with captions can be placed on separate page(s) at the end of the manuscript. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text.

13. **Equations.** If you are submitting your manuscript as a Word document, please ensure that equations are editable. More information about [mathematical symbols and equations](#).

14. **Units.** Please use [SI units](#) (non-italicized).

15. **Line numbering text.** Please ensure your paper has consecutive line numbering - this is an essential peer review requirement.

16. **Language.** Please write your text in good English. Work submitted in incorrect English will be returned to authors for correction prior to being sent for review.

17. **Revised manuscript.** Authors must highlight changes in response to editorial/referee comments marked using track changes or coloured text. Authors submitting a revision should also upload a separate document responding to editorial/referee comments, and must explain or justify any suggested revisions the author is not prepared to make.

After submitting a revision, your manuscript may be unsubmitted by the Publishing Team of Royal Society Te Aparangi if one or more of the technical requirements above are not met. You will receive an email informing you of the requirements you have yet to fill. This

checking process occurs before the manuscript is placed back in the hands of the handling editor.

Using Third-Party Material in your Paper

You must obtain the necessary permission to reuse third-party material in your article. The use of short extracts of text and some other types of material is usually permitted, on a limited basis, for the purposes of criticism and review without securing formal permission. If you wish to include any material in your paper for which you do not hold copyright, and which is not covered by this informal agreement, you will need to obtain written permission from the copyright owner prior to submission. More information on [requesting permission to reproduce work\(s\) under copyright](#).

Submitting Your Paper

This journal uses ScholarOne Manuscripts to manage the peer-review process. If you haven't submitted a paper to this journal before, you will need to create an account in ScholarOne. Please read the guidelines above and then submit your paper in [the relevant Author Centre](#), where you will find user guides and a helpdesk.

Please note that *New Zealand Journal of Agricultural Research* uses [Crossref™](#) to screen papers for unoriginal material. By submitting your paper to *New Zealand Journal of Agricultural Research* you are agreeing to originality checks during the peer-review and production processes.

On acceptance, we recommend that you keep a copy of your Accepted Manuscript. Find out more about [sharing your work](#).

Data Sharing Policy

This journal applies the Taylor & Francis [Basic Data Sharing Policy](#). Authors are encouraged to share or make open the data supporting the results or analyses presented in their paper where this does not violate the protection of human subjects or other valid privacy or security concerns.

Authors are encouraged to deposit the dataset(s) in a recognized data repository that can mint a persistent digital identifier, preferably a digital object identifier (DOI) and

recognizes a long-term preservation plan. If you are uncertain about where to deposit your data, please see [this information](#) regarding repositories.

Authors are further encouraged to [cite any data sets referenced](#) in the article and provide a [Data Availability Statement](#).

At the point of submission, you will be asked if there is a data set associated with the paper. If you reply yes, you will be asked to provide the DOI, pre-registered DOI, hyperlink, or other persistent identifier associated with the data set(s). If you have selected to provide a pre-registered DOI, please be prepared to share the reviewer URL associated with your data deposit, upon request by reviewers.

Where one or multiple data sets are associated with a manuscript, these are not formally peer reviewed as a part of the journal submission process. It is the author's responsibility to ensure the soundness of data. Any errors in the data rest solely with the producers of the data set(s).

Publication Charges

There are no submission fees, publication fees or page charges for this journal.

Colour figures will be reproduced in colour in both the print version and your online article free of charge.

Copyright Options

Copyright allows you to protect your original material, and stop others from using your work without your permission. Taylor & Francis offers a number of different license and reuse options, including Creative Commons licenses when publishing open access. [Read more on publishing agreements](#).

Complying with Funding Agencies

We will deposit all National Institutes of Health or Wellcome Trust-funded papers into PubMedCentral on behalf of authors, meeting the requirements of their respective open access policies. If this applies to you, please tell our production team when you receive your

article proofs, so we can do this for you. Check funders' open access policy mandates [here](#). Find out more about [sharing your work](#).

My Authored Works

On publication, you will be able to view, download and check your article's metrics (downloads, citations and Altmetric data) via [My Authored Works](#) on Taylor & Francis Online. This is where you can access every article you have published with us, as well as your [free eprints link](#), so you can quickly and easily share your work with friends and colleagues.

We are committed to promoting and increasing the visibility of your article. Here are some tips and ideas on how you can work with us to [promote your research](#).

Queries

Should you have any queries, please visit our [Author Services website](#) or contact us [here](#), or alternatively the Publishing Team of Royal Society Te Aparangi at Publish@royalsociety.org.nz.

VITA

Lívia Raymundo Irigoyen, filha de José Henrique dos Santos Irigoyen e Ana Margareti Alves Raymundo Irigoyen, nascida em 11 de novembro de 1991, na cidade de Bagé- RS. Estudou em Torquato Severo – 2º Distrito de Dom Pedrito RS, na Escola Estadual de Ensino Fundamental Risoleta Quadros, lá completou o ensino fundamental e por extensão da Escola Estadual Nossa Senhora do Patrocínio de Dom Pedrito, cursou e concluiu o ensino médio. Em 2010 ingressou na Universidade Federal do Pampa – Campus Dom Pedrito (Unipampa). Durante a graduação, atuou como bolsista e integrante do Núcleo de Pesquisa de Pequenos Ruminantes – Nupper, sobre a orientação da Professora Doutora Gladis Ferreira Corrêa. Formou-se no primeiro semestre de 2016. No ano 2017 ingressou no Curso de Pós-Graduação Lato Sensu Especialização em Gestão e Inovação no Agronegócio. Concluiu seu curso em 2018 defendendo seu trabalho de conclusão intitulado Sistemas de terminação de ovinos e a importância de uma gestão competitiva, sob a orientação de Nelson Ruben de Mello Balverde. Em abril do ano 2018, ingressou na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) quando iniciou o Mestrado em Zootecnia, sendo orientada pelo Professor Cesar Henrique Espirito Candal Poli, e coorientada pela Professora Gladis Ferreira Corrêa. Defendeu seu mestrado em março de 2020, com a dissertação intitulada: “Consumo de forragem e desempenho de cordeiros recém desmamados em diferentes estruturas de capim aruana”. Em abril do mesmo ano, ingressou no Doutorado na mesma instituição, sob a orientação do Professor Cesar Poli.