

PABLO GILIARD ZANELLA

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO DO PASTEJO E SUAS IMPLICAÇÕES NA
DINÂMICA DA VEGETAÇÃO EM UMA PASTAGEM NATURAL COM
PREDOMÍNIO DE *ANDROPOGON LATERALIS* NEES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal. Área de Concentração: Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. André Fischer Sbrissia

Coorientador: Dr. Cassiano Eduardo Pinto

LAGES

2019

Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da Biblioteca

Setorial do CAV/UDESC, com os dados fornecidos pelo autor

Zanella, Pablo Giliard

Estratégias de manejo do pastejo e suas implicações na dinâmica da vegetação em pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees. / Pablo Giliard Zanella. – 2019.
108 p.

Orientador: André Fischer Sbrissia

Coorientador: Cassiano Eduardo Pinto

Tese (doutorado) -- Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Lages, 2019.

1. Altura de manejo. 2. Capim-caninha. 3. Diversidade de espécies. 4. Touceiras. I. Sbrissia, André Fischer . II. Pinto, Cassiano Eduardo . III. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. IV. Título.

PABLO GILIARD ZANELLA

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO DO PASTEJO E SUAS IMPLICAÇÕES NA
DINÂMICA DA VEGETAÇÃO EM UMA PASTAGEM NATURAL COM
PREDOMÍNIO DE *ANDROPOGON LATERALIS* NEES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciência Animal, Área de Concentração: Produção Animal.

Banca examinadora:

Orientador:

Professor Dr. André Fischer Sbrissia
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Membro:

Professor Dr. Carlos Nabinger
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Membro:

Professor Dr. Fernando Luiz Ferreira de Quadros
Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

Membro:

Professor Dr. Gerhard Ernst Overbeck
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Membro:

Professor Dr. Henrique Mendonça Nunes Ribeiro Filho
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Dedico esta Tese à minha família e à Deus!

AGRADECIMENTOS

Agradeço em especial ao professor André Fischer Sbrissia, pelo apoio incondicional e por sanar as dúvidas que surgiam no decorrer do caminho, pela clareza das ideias e forma de pensar, que muito me auxiliaram na evolução científica.

Aos pesquisadores da Epagri, Cassiano Eduardo Pinto e Tiago Celso Baldissera, e ao Fabio Cervo Garagorry da Embrapa, muito obrigado pelo apoio, conhecimento compartilhado e companheirismo, fundamentais para a realização dos trabalhos.

À estatística da Epagri, Simone Silmara Werner, pelo empurrãozinho na adoção do R, me auxiliando nos primeiros passos, sanando dúvidas e discutindo a melhor forma de trabalhar os dados, que não eram poucos. Rsrs

Aos pesquisadores Martín Jaurena e Fernando Lattanzi, do INIA – Uruguai, por tornarem possível o intercâmbio acadêmico e pelas conversas acerca dos dados, melhorando meu entendimento sobre as pastagens naturais.

Aos colegas de pós-graduação Luis, Lorena e Ricardo, que fizeram parte do mesmo protocolo experimental, sem os quais não seria possível realizar todo este trabalho. Também aos demais colegas do grupo: Daniel, Paulo+Gabi, Clovinho, Tiago, Joilson, Cauby, Angela, Hactus, Luana, Fabião e Guilherme; que sempre me apoiaram, seja no trabalho, discussões, conversas, e porque não, confraternizações.

Aos bolsistas e estagiários voluntários; Tetê, Crislauana, Andreza, Artur, Arthur, Jaiane, Cassio, Bicudo, Japa, Pedrão, Dildinha, Bigode, Ulisses, Mayeve, Vitórias (Potsch e Rossetto), Fernanda, Pandolfo, Gabriel, Júlia, Sabrina, Márcia, Aline, Mayara, Natanael, Angélica, e aos demais que de alguma forma colaboraram com o trabalho.

Aos funcionários da Epagri; Eron, Sandro, Geovani, Fran, Junior, Tio João, Crenski, Daniel a aos demais que deram apoio na realização dos trabalhos.

À minha namorada, Dináh, que sempre me apoiou e me ajudou, inclusive, a separar capim e medir touceiras. Rsrs

À Udesc e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal pela oportunidade.

À Capes e à Fundes pela concessão das bolsas de estudo.

Muito obrigado!

“Olhe profundamente a natureza, e então você vai entender tudo melhor.”
Albert Einstein

*“A natureza é competitiva, mas também é cooperativa e empática.
Se há desequilíbrios na competição, rompem-se as relações
essenciais da cooperação. Como fenômeno biológico, a
competição é relacionada à disponibilidade de recursos. Menos
recursos, mais pressões, o que leva a interações negativas...”*
Rodrigo F. M. Rios

“Biodiversidade é a biblioteca das vidas.”
Thomas Lovejoy

RESUMO

ZANELLA, Pablo Giliard. Estratégias de manejo do pastejo e suas implicações na dinâmica da vegetação em pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees. 2019. 108p. Tese (Doutorado em Ciência Animal – Área: Produção Animal). Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Lages, 2019.

Para a manutenção das pastagens naturais é essencial o uso de estratégias de manejo que otimizem a produção de forragem sem prejudicar a diversidade de espécies vegetais. O objetivo deste estudo foi verificar o efeito de diferentes estratégias de manejo sobre os aspectos produtivos e ecológicos de uma pastagem natural com predomínio de capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees), comumente encontrada nos campos do sul da América do Sul. Os tratamentos foram compostos por quatro alturas pré-pastejo em lotação intermitente, 12, 20, 28 e 36 cm, com base na espécie predominante, e rebaixamento de 40% dessa altura. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram verificados aspectos ecofisiológicos e produtivos (Artigo 1), a dinâmica vegetacional (Artigo 2) e aspectos relacionados a dominância e persistência do capim-caninha em pastagens naturais (Artigo 3) durante dois anos consecutivos. O acúmulo de forragem não diferiu entre as alturas de manejo, devido a ajustes na comunidade de plantas e na funcionalidade da espécie dominante. O aumento na altura de manejo promove maior dominância do capim-caninha e consequentemente redução na riqueza e diversidade de plantas. O capim-caninha apresenta resistência de touceiras e elevada plasticidade fenotípica, o que favorece sua dominância e garante sua persistência em pastagens naturais. Em pastagens naturais com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees é importante manter alta intensidade de pastejo o que promove redução de sua dominância. Alturas entre 12 e 20 cm do capim-caninha se mostraram adequadas para manejar os campos pois mantém o acúmulo de forragem e favorece a diversidade florística.

Palavras-chave: Altura de manejo, capim-caninha, diversidade de espécies, touceiras

ABSTRACT

ZANELLA, Pablo Giliard. **Grazing management strategies and their implications on the vegetation dynamics in a natural pasture with predominance of *Andropogon lateralis* Nees.** 2019. 108p. Thesis (Doctorate in Animal Science – Area: Animal Production). Santa Catarina State University. Post Graduate Program in Animal Science. Lages, 2019.

For conservation of native pasture is essential the use of management strategies that optimize the forage production without harming the plant species diversity. The objective of this study was to verify the effect of different grazing management strategies on the productive and ecological aspects of a native pasture with predominance of *Andropogon lateralis* Nees, commonly found in southern South America rangelands. The treatments were composed of four pre-grazing heights, 0.12, 0.20, 0.28 and 0.36 m, based on the predominant specie, and severity of 40% of pre-grazing height. The experimental design was in randomized blocks, with four replications. Ecological and productive aspects (Article 1), the vegetation dynamics (Article 2) and aspects related to the dominance and persistence of *A. lateralis* in natural pastures (Article 3) were verified during two consecutive years. Forage accumulation did not differ among management heights, due to adjustments in the plant community and functionality of the dominant specie. The increase in management height promoted greater dominance of *A. lateralis* and consequently reduction in richness and diversity of plants. *A. lateralis* presents resistance of clump and high phenotypic plasticity, which promotes its dominance and guarantees its persistence in natural pastures. In natural pastures with predominance of *Andropogon lateralis* Nees, it is important to maintain high grazing intensities that promote the reduction of its dominance. Canopy heights between 0.12 and 0.20 m of *A. lateralis* were adequate to grazing management because it maintains the accumulation of forage and favors the floristic diversity.

Key words: Management height, species diversity, clumps

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Temperatura e precipitação do período experimental e médias históricas dos últimos 58 anos, referentes à Estação Experimental de Lages (Epagri/Ciram).....40
- Figura 2 - Acúmulo de forragem ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$) em uma pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees manejada em diferentes alturas sob lotação intermitente. *As barras representam os desvios padrão.....44
- Figura 3 - Curvas das taxas de acúmulo de forragem ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$) para a primeira (A) e segunda estação de crescimento (B) em pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees manejada em diferentes alturas sob lotação intermitente. A curva em vermelho na segunda estação de crescimento refere-se ao manejo de 12 cm de altura, em preto a média dos demais tratamentos. As hachuras integram 50% da área abaixo da curva e representa o período de alto crescimento, ou seja, quando as taxas de acúmulo de forragem são mais elevadas.45
- Figura 4 - Massa de forragem (kg MS ha^{-1}) nas diferentes alturas de manejo em pré e pós-pastejo (A) e média nos dois anos de avaliação (B) em uma pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees submetida à lotação intermitente. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *As barras representam os desvios padrão.....46
- Figura 5 - Composição morfológica de uma pastagem natural com predomínio de capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees) manejada em diferentes alturas sob lotação intermitente. As avaliações referem-se à: 1º ano nas condições de pré-pastejo (A) e pós pastejo (B), e 2º ano nas condições de pré-pastejo (C) e pós-pastejo (D). Médias de um mesmo componente morfológico seguidas pelas mesmas letras: maiúsculas comparando a condição de pastejo em cada altura de manejo e ano de avaliação, e minúsculas comparando a interação entre altura de manejo e ano de avaliação em cada condição de pastejo; não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.....47
- Figura 6 - Participação de capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees) no material verde (excluindo material morto) de uma pastagem natural manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância. *As barras representam os desvios padrão.48

Figura 7 - Relação da área foliar específica ($\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$) com a altura do pasto (cm) do capim-caninha (<i>Andropogon lateralis</i> Nees) e outras espécies em pastagem natural manejada sob lotação intermitente.....	50
Figura 8 - Temperatura e precipitação do período experimental e médias históricas dos últimos 58 anos, referentes à Estação Experimental de Lages (Epagri/Ciram).	62
Figura 9 - Dendrograma referente ao número de espécies em seus respectivos gêneros e famílias em uma pastagem natural com predomínio de <i>Andropogon lateralis</i> Nees manejada sob lotação intermitente.	66
Figura 10 - Curvas de acumulação de espécies em uma pastagem natural com predomínio de <i>Andropogon lateralis</i> Nees manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente. As épocas de avaliação referem-se à: outono de 2016 (A), primavera de 2016 (B), outono de 2017 (C) e primavera de 2017 (D). Cada unidade amostral representa uma área de $0,25 \text{ m}^2$ ($0,5 \times 0,5 \text{ m}$). O número de espécies pode ser considerado distinto entre as alturas de manejo nos momentos em que não se sobreponem os intervalos de confiança das curvas de acumulação de espécies.....	68
Figura 11 - Dinâmica do volume de ocupação (dm^3) e distância média (cm) de touceiras de <i>Andropogon lateralis</i> Nees em uma pastagem natural manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente. Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas compararam as épocas de avaliação para uma mesma altura de manejo, e maiúsculas compararam as alturas de manejo para uma mesma época de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. As touceiras estão representadas pelos cones e as distâncias entre touceiras pelas setas. As épocas de avaliação se diferenciam pelo tipo das linhas.....	69
Figura 12 - Relação ao nível de parcela (4 m^2) entre a mudança na riqueza de espécies (Δ Riqueza) da 1 ^a para a 3 ^a primavera com a heterogeneidade estrutural (CV% da altura) do 2º outono em uma pastagem natural com predomínio de <i>Andropogon lateralis</i> Nees manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente.	72
Figura 13 - Análise de coordenadas principais (PCoA) com ordenação para riqueza de espécies e heterogeneidade estrutural a nível de parcela - 4m^2 (Riqueza4m e Heterog.4m, respectivamente) em uma pastagem natural com predomínio de <i>Andropogon lateralis</i> Nees manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente. Os níveis de graduação referem-se ao número de espécies e as elipses aos tratamentos. Foi	

utilizado o método de Bray–Curtis, com valor de máxima verossimilhança restrita para riqueza de espécies de 44,63.....	73
Figura 14 - Temperatura e precipitação do período experimental e médias históricas dos últimos 58 anos, referentes à Estação Experimental de Lages (Epagri/Ciram).....	84
Figura 15 - Circunferência de base (A), distância média entre touceiras (B), número de touceiras (C) e percentual da área ocupada por base de touceiras (D) de capim-caninha (<i>Andropogon lateralis</i> Nees) em uma pastagem natural submetida a diferentes alturas de manejo sob lotação intermitente.....	88
Figura 16 - Número perfilhos (A) e unidades fisiológicas integradas - UFI's (B) por área de touceira - AT (cm ²) de capim-caninha (<i>Andropogon lateralis</i> Nees) em uma pastagem natural manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.....	89
Figura 17 - Altura e diâmetro de projeção de copa de touceiras do capim-caninha (<i>Andropogon lateralis</i> Nees) em uma pastagem natural manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.....	90
Figura 18 - Peso (A) e área foliar média (B) de perfilhos de capim-caninha (<i>Andropogon lateralis</i> Nees) de uma pastagem natural manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.....	91
Figura 19 - Área foliar específica (cm ² g ⁻¹) de capim-caninha (<i>Andropogon lateralis</i> Nees) em pastagem natural submetida a diferentes alturas de manejo em lotação intermitente. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias do número de ciclos de pastejos (CP), intervalos entre pastejos (IP), alturas pré (Alt.pré) e pós-pastejo (Alt.pós) para as diferentes alturas de manejo em uma pastagem natural com predomínio de <i>Andropogon lateralis</i> Nees durante duas estações de crescimento (2015/16 e 2016/17).	43
Tabela 2 - Altura médias do estrato baixo em pré (ALTeb.pré) e pós-pastejo (ALTeb.pós) e percentual de rebaixamento nas diferentes alturas de manejo em pastagem natural com predomínio de <i>Andropogon lateralis</i> Nees submetida a lotação intermitente.	43
Tabela 3 - Índice de área foliar em pré (IAF) e pós-pastejo (IAF.pós), de capim-caninha (IAFcan e IAFcan.pós, respectivamente) e outras espécies (IAFout e IAFout.pós, respectivamente) em uma pastagem natural com predomínio de <i>Andropogon lateralis</i> Nees manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente em dois anos de avaliação.	49
Tabela 4 – Índice de consistência da posição relativa (Cr) e proporção das espécies (%) na massa de forragem média das duas últimas avaliações (outono e primavera de 2017) em uma pastagem natural com predomínio de capim-caninha (<i>Andropogon lateralis</i> Nees) manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente.	67
Tabela 5 - Percentual de cobertura do capim-caninha (<i>Andropogon lateralis</i> Nees) em uma pastagem natural manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente.	68
Tabela 6 - Riqueza (número de espécies m ⁻²), diversidade (índice de Shannon - H'), dominância (1 - índice de Simpson*100) e heterogeneidade estrutural (CV% da altura) por metro quadrado (1 m ²) de uma pastagem natural com predomínio de <i>Andropogon lateralis</i> Nees manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente durante dois anos de avaliação.	71
Tabela 7 - Lista das espécies catalogadas nas áreas amostrais durante todo o período experimental.	107

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	24
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	27
2.1	AS PASTAGENS NATURAIS NO SUL DO BRASIL	27
2.1.1	Potencial produtivo e sustentabilidade	27
2.1.2	Importância e características do capim-caninha	28
2.2	ESTRUTURA DO PASTO E COMPETIÇÃO	28
2.2.1	Touceiras e manejo	29
2.3	EXPERIÊNCIAS EM MANEJO DE PASTAGENS NATURAIS	30
3	HIPÓTESES	33
3.1	GERAL	33
3.2	ESPECÍFICAS:	33
4	OBJETIVOS.....	35
4.1	GERAL	35
4.2	ESPECÍFICOS	35
5	ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE UMA PASTAGEM NATURAL COM PREDOMÍNIO DE <i>ANDROPOGON LATERALIS</i> NEES EM DIFERENTES ALTURAS DE MANEJO DO PASTEJO	37
5.1	INTRODUÇÃO	38
5.2	MATERIAIS E MÉTODOS	39
5.2.1	Área, desenho experimental e manejo.....	39
5.2.2	Altura do dossel forrageiro	41
5.2.3	Massa e acúmulo de forragem	41
5.2.4	Composição morfológica e atributos foliares	42
5.2.5	Análise estatística	42
5.3	RESULTADOS	43

5.3.1 Número de ciclos, intervalos entre pastejos e alturas.....	43
5.3.2 Acúmulo de forragem.....	44
5.3.3 Massa de forragem e composição morfológica	45
5.3.4 Percentual de capim-caninha	48
5.3.5 Índice de área foliar.....	48
5.3.6 Área foliar específica	50
5.4 DISCUSSÃO	50
5.5 IMPLICAÇÕES.....	54
5.6 REFERÊNCIAS	55
6 DINÂMICA VEGETACIONAL DE UMA PASTAGEM NATURAL COM PREDOMÍNIO DE <i>ANDROPOGON LATERALIS</i> NEES SUBMETIDA A DIFERENTES ALTURAS DE MANEJO EM LOTAÇÃO INTERMITENTE	59
6.1 INTRODUÇÃO.....	60
6.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	61
6.2.1 Área, delineamento experimental e manejo	61
6.2.2 Altura do dossel forrageiro.....	63
6.2.3 Percentual de cobertura do capim-caninha	63
6.2.4 Composição florística	64
6.2.5 Índices da comunidade vegetal e heterogeneidade	64
6.2.6 Análise estatística dos dados.....	65
6.3 RESULTADOS	65
6.3.1 Composição florística e curva de acúmulo de espécies	65
6.3.2 Percentual de cobertura e dinâmica de touceiras do capim-caninha	68
6.3.3 Índices da comunidade vegetal e heterogeneidade	70
6.3.4 Riqueza de espécies e heterogeneidade estrutural.....	72
6.4 DISCUSSÃO	74

6.5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISA E MANEJO	76
6.6 REFERÊNCIAS	76
7 ATRIBUTOS DE RESISTÊNCIA E PLASTICIDADE FENOTÍPICA AJUDAM A EXPLICAR A DOMINÂNCIA E PERSISTÊNCIA DE <i>ANDROPOGON LATERALIS</i> NEES EM PASTAGENS NATURAIS	81
7.1 INTRODUÇÃO	82
7.2 MATERIAL E MÉTODOS	83
7.2.1 Área, delineamento experimental e manejo.....	83
7.2.2 Altura do dossel forrageiro	85
7.2.3 Dinâmica de touceiras.....	85
7.2.4 Estrutura das touceiras e característica dos perfilhos.....	86
7.2.5 Meia vida de perfilhos.....	86
7.2.6 Análises estatísticas	87
7.3 RESULTADOS	87
7.3.1 Dinâmica de touceiras.....	87
7.3.2 Número de unidades fisiológicas integradas e perfilhos.....	88
7.3.3 Características das touceiras e perfilhos.....	89
7.3.4 Área foliar específica.....	91
7.4 DISCUSSÃO	92
7.4.1 A resistência do capim-caninha	92
7.4.2 Ajuste em tamanho sem alterar a densidade de perfilhos.....	93
7.5 CONCLUSÃO	95
7.6 REFERÊNCIAS	95
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
REFERÊNCIAS	101
ANEXO.....	107

1 INTRODUÇÃO

Estimativas recentes apontam que o Estado de Santa Catarina possuía em 2017 menos que 700 mil hectares correspondentes à formação campestre natural (MAPBIOMAS, 2017), resultado que pode ser atribuído, de acordo com dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2006), à redução de 400 mil hectares em um período de 15 anos, restando apenas 9,71% da área do estado coberta por algum tipo dessa vegetação. Essa redução se deve a grande substituição das pastagens naturais por cultivos como soja, pinus, dentre outros ditos “mais produtivos”. As razões para essa substituição são muitas, e passam desde questões culturais, pouco acesso à informação e exploração do recurso de maneira inadequada, com informações de manejo, em muitos casos, incipientes (PINTO et al., 2014). Portanto, há necessidade de maior conhecimento e ajustes no manejo das pastagens naturais para que estas possam ser competitivas frente às atividades que vem sendo implantadas e garantam sustentabilidade econômica, preservação da biodiversidade e prestação de serviços ecossistêmicos.

A diversidade florística dos Campos de Altitude é extremamente elevada. Boldrini et al. (2009) coletaram e identificaram 1.161 táxons, sendo que 107 eram endêmicos da região, 76 encontravam-se na lista de espécies ameaçadas do Rio Grande do Sul, e quatro naquela ocasião eram novas para a ciência. Na família das *Poaceae* e *Fabaceae*, que possuem importância forrageira, foram catalogadas 231 e 101 espécies, respectivamente. Nesse sentido, destaca-se o elevado potencial de uso deste recurso forrageiro uma vez que estas espécies são adaptadas às condições locais e um melhor entendimento da dinâmica vegetacional torna-se uma ferramenta valiosa na manutenção do sistema produtivo.

Nos campos do sul do Brasil, muitos são os esforços para entender as relações solo-planta-animal em ecossistemas naturais submetidos a pastejo. Equipes da UFRGS, trabalhando com protocolos de ofertas de forragem (MARASCHIN et al., 1997; MARASCHIN, 1998; MOOJEN e MARASCHIN, 2002), associações com fogo e adubação (BOGGIANO, 2000; CARASSAI et al., 2008; MACHADO et al., 2013; PELLEGRINI et al., 2010; QUADROS e PILLAR, 2001; TRINDADE e ROCHA, 2002), entre outros tem gerado uma vasta bibliografia (DA TRINDADE et al., 2012; DA TRINDADE et al., 2016; FEDRIGO et al., 2017; MEZZALIRA et al., 2012; NEVES et al., 2009a; SILVA, 2018; SOARES et al., 2011; SOARES et al., 2005), assim como trabalhos na UFSM que usam o critério da soma térmica para definir intervalos de pastoreio (BARBIERI et al., 2014; COELHO et al., 2018; CONFORTIN, 2012; CONFORTIN et al., 2016; SANTOS et al., 2014), são exemplos dedicados a entender a complexidade desse ecossistema. Os esforços desses grupos têm sido inegáveis e inestimáveis, com muitos pesquisadores fazendo uma verdadeira ‘cruzada’ para um

melhor entendimento e disseminação do manejo adequado das pastagens naturais. Apesar disso, a maior parte dos trabalhos com campo nativo tem como ponto em comum o fato da altura ser uma variável-resposta, com variações sazonais (independente dos protocolos utilizados) na altura dos pastos conforme demonstrado por Neves et al. (2009b) em trabalhos utilizando ofertas de forragem como variável-controle e Confortin et al. (2016) que utilizaram a soma térmica das espécies predominantes para definir intervalos entre pastejos.

Ao longo do tempo a altura do dossel tem sido tratada como uma variável integradora da estrutura do pasto e, talvez, o trabalho de Hodgson (1985) tenha sido o principal responsável por uma disseminação mais ampla deste critério como variável-controle em experimentos com pastagens ao redor do globo. Apesar de disseminado, o uso da altura como critério de manejo tem sido mais amplamente utilizado em pastagens cultivadas (FONSECA et al., 2013; MEZZALIRA et al., 2014; SANTOS et al., 2013b; SANTOS et al., 2016; SBRISSIA et al., 2013), com resultados bastante robustos e reproduutíveis nessas condições. No caso de pastagens naturais estudos com o uso da altura como critério de manejo ainda são desconhecidos (até onde pudemos pesquisar), talvez porque a própria heterogeneidade natural destes ecossistemas implique em variações grandes em altura ao longo do espaço-tempo, dificultando sua adoção em protocolos experimentais. No entanto, o uso dessa variável poderia ser uma estratégia utilizada quando uma planta dominante pudesse ser “escolhida” como alvo para determinação da altura. Diante deste cenário, a proposta desse estudo foi buscar alternativas ao manejo do pastejo visando um melhor controle da estrutura em pastagens naturais com o predomínio de capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees), que representa o tipo fisionômico conhecido como “palha grossa”, espécie que também é frequente nas demais fisionomias da região, correspondendo a maior área de vegetação natural e mantenedora dos rebanhos de cria do planalto catarinense (GOMES et al., 1989), a qual é bastante representativa também no Rio Grande do Sul e em países vizinhos como Uruguai, Argentina e Paraguai.

O objetivo principal desse estudo foi definir estratégias de manejo com base na altura da espécie predominante. Em função das respostas frente às diferentes estruturas geradas, buscou-se entender melhor os processos que envolvem o acúmulo de forragem nesses campos, sua dinâmica vegetacional, as relações de competição inter- e intraespecífica, assim como as razões da dominância do capim-caninha em distintas intensidades de pastejo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 AS PASTAGENS NATURAIS NO SUL DO BRASIL

As pastagens naturais são compostas por uma grande diversidade de plantas, e no sul do Brasil, compreendem o bioma Pampa, na metade sul do Rio Grande do Sul, e encraves de campo no bioma Mata Atlântica, ao norte do Rio Grande do Sul, regiões altas de Santa Catarina e alguns pontos isolados do Paraná (PILLAR et al., 2009). No bioma Pampa, que abrange 2,07% do território nacional, as pastagens naturais têm importante papel na economia da região, suportando boa parte do rebanho do Rio Grande do Sul, que na época era cerca de 13 milhões de bovinos e 5 milhões de ovinos (CARVALHO e BATELLO, 2009). Em Santa Catarina, as pastagens naturais representavam a principal base forrageira para os rebanhos de cria da pecuária de corte (GOMES et al., 1989). Entretanto, esse ecossistema vem sofrendo uma drástica redução devido à pressão socioeconômica, o que acarretou no estado de Santa Catarina em redução de aproximadamente 400 mil hectares nos últimos 15 a 20 anos, restando cerca de 9,71% da área do estado coberto por algum tipo fisionômico de pastagem natural (IBGE, 2006). Segundo dados do MapBiomas (2017), a área correspondente de formação campestre em Santa Catarina no ano de 2017 foi menor que 700 mil hectares.

2.1.1 Potencial produtivo e sustentabilidade

Apesar do potencial das pastagens naturais para produção animal, com um aspecto de atividade sustentável do ponto de vista ecológico (CARASSAI et al., 2008), a falta de aplicação de técnicas de manejo adequadas, como por exemplo, adubação e ajuste das intensidades de pastejo, promovem a subutilização dessas áreas e substituição por outras atividades agropecuárias (MORAES et al., 1995; NABINGER et al., 2000). As consequências do manejo inadequado são baixa produção animal, degradação da pastagem e do solo, com redução na prestação de serviços ecossistêmicos (MODERNEL et al., 2016). Deste modo, as pastagens naturais sofrem pressão socioeconômica para que ocorra elevação dos níveis de produção, uma vez que nessas condições, outras atividades se tornam mais rentáveis (CARVALHO e BATELLO, 2009), como é o caso da silvicultura, lavouras anuais e pastagens cultivadas.

Alguns autores demonstraram que a exploração do campo nativo é sustentável, inclusive, que é possível elevar os níveis de produção por meio, por exemplo, de ajustes na oferta de forragem (MARASCHIN, 1998; MEZZALIRA et al., 2012; MOOJEN, 1991; MOOJEN e MARASCHIN, 2002; SOARES et al., 2005). Uma das explicações é que a utilização de diferentes ofertas de forragem cria estruturas de pasto distintas, que têm efeito

sobre o consumo de forragem e desempenho dos animais em pastejo (MEZZALIRA et al., 2012; SOARES et al., 2005).

2.1.2 Importância e características do capim-caninha

Um dos tipos fisionômicos comumente encontrado nos campos naturais de Santa Catarina, localizados principalmente no planalto sul catarinense, é conhecido como tipo “palha grossa” (GOMES et al., 1989), tendo o capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees) como espécie dominante (BRANDENBURG, 2004). O capim-caninha é caracterizado como espécie perene de ciclo estival, com produção de forragem concentrada na primavera e verão, e apresenta hábito de crescimento cespitoso com formação de touceiras (ARAÚJO, 1971, 1978; BENITEZ e FERNANDEZ, 1970). De acordo com Cruz et al. (2010), que propuseram uma abordagem baseada em atributos foliares para caracterizar grupos de tipos funcionais de espécies nativas, o capim-caninha é uma espécie que apresenta elevada plasticidade fenotípica, se enquadra nos tipos B e C, adquirindo características mais competitivas ou mais conservadoras respectivamente, dependendo das condições ambientais e do manejo aplicado. Uma característica interessante relatada por Nabinger (2006) é que, quando submetido a pastejo com maior intensidade de desfolha, o capim-caninha reduz o comprimento e a espessura das lâminas foliares, além de haver redução na emissão de colmos floríferos.

2.2 ESTRUTURA DO PASTO E COMPETIÇÃO

A variação na estrutura do pasto também exerce influência sobre a dinâmica das populações de diferentes espécies de plantas, o que pode levar ao aparecimento ou desaparecimento de espécies devido ao processo de competição e/ou efeito da intensidade de desfolha (GRIME, 1977; TILMAN, 1991). As alterações populacionais se devem às diferentes estratégias das espécies para uso de recursos (luz, água e nutrientes) e tolerância ou resistência ao pastejo (DURU e DUCROCQ, 2000; LOUAULT et al., 2005; SCHELLBERG e PONTES, 2012). Compreender os processos pelos quais as plantas se adaptam a uma nova condição ambiental ou de manejo, são determinantes para predizer mudanças na produtividade das diferentes espécies, em especial daquelas dominantes (PONTES et al., 2010).

A habilidade competitiva das plantas é influenciada pela intensidade de desfolha, com consequente alteração na composição florística. Segundo Castilhos et al. (2007), a alta carga animal provoca redução da diversidade de espécies nos campos, induzida principalmente pela seletividade dos animais em pastejo, o que de acordo com Hodgson e Illius (1996), exerce impacto expressivo na composição florística e estabilidade das pastagens. Carvalho et al. (2003)

e Cruz et al. (2010) demonstraram a influência da intensidade de pastejo como agente de distúrbio da comunidade vegetal, com pouca alteração na composição florística em níveis intermediários de oferta de forragem (8 e 12%). Por outro lado, em manejos com ofertas de forragem muito baixa (4%) ou muito alta (16%), houve redução no número de espécies devido ao aumento na taxa de lotação ou competição por luz, respectivamente. Portanto, é de grande importância que além do aumento nos níveis de produção animal, esforços sejam tomados para manter a riqueza e diversidade florística das pastagens naturais (CARVALHO e BATTELLO, 2009).

2.2.1 Touceiras e manejo

As plantas que possuem hábito de crescimento ereto tendem a formar touceiras, apresentam um arranjo espacial compacto de perfis e são formadas por unidades fisiológicas integradas (UFI's), com perfis de várias gerações conectados anatomicamente, capazes de compartilhar recursos como luz, água e nutrientes por meio de fotoassimilados (WATSON e CASPER, 1984; WHITE, 1979). Segundo Harper (1981), a distribuição espacial dos perfis influencia a capacidade de exploração de recursos e suas inter-relações, de modo que o padrão compacto dos perfis causa uma elevada competição no interior das touceiras (BRISKE e BUTLER, 1989; BRISKE e DERNER, 1998; CHEPLICK e SALVADOR, 1991), podendo provocar o processo denominado “*Central dieback*”, que é a morte ao centro da touceira seguido de sua divisão (WAN e SOSEBEE, 2000). Além da competição que ocorre intra-touceira, existe a competição entre touceiras, que também sofre influência direta do manejo, com alteração na dinâmica de ocupação da área por meio de variação na frequência e tamanho das touceiras (PAIVA, 2013).

Em ambientes multiespecíficos, como é o caso das pastagens naturais, além dos processos que envolvem a competição das espécies cespitosas, a estrutura formada pelas touceiras influencia diretamente na dinâmica de ocupação dos espaços inter-touceiras. De acordo com Mack e Thompson (2015) e Olson e Richards (1988), o pastejo é um importante fator que determina a forma de expansão das touceiras na área, possivelmente por alterar a quantidade e a qualidade da luz que atinge a base do dossel e por desencadear processos determinantes do perfilhamento (DEREGIBUS et al., 2010). Dessa forma, as plantas experimentam ambientes luminosos heterogêneos, onde a severidade de desfolha exerce um importante papel, pois pode causar a morte de algumas plantas e favorecer o surgimento de espaços, que serão ocupados por outras espécies (TOW e LAZENBY, 2001).

2.3 EXPERIÊNCIAS EM MANEJO DE PASTAGENS NATURAIS

Muitos são os esforços na busca de compreender as complexas relações que ocorrem em pastagens naturais. Nos campos nativos do Sul do Brasil, dois são os protocolos mais conhecidos em se tratando do estudo de estratégias de manejo do pastejo. O protocolo de ofertas de forragem, instalado na fazenda da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), e o protocolo com intervalos de pastoreio baseado em soma térmica, na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Ambos vêm gerando uma vasta e valiosa bibliografia. Além destes, diversas outras iniciativas tem buscado esclarecer questões relacionadas ao manejo e utilização das pastagens naturais, como por exemplo, a associação de pastejo com fogo e fertilização (BOGGIANO, 2000; MACHADO et al., 2013; QUADROS e PILLAR, 2001; SANTOS et al., 2013a; TRINDADE e ROCHA, 2002).

Carvalho et al. (2017) traz todo o histórico do protocolo de ofertas de forragem denominado “Nativão”, com suas várias fases, resultados e publicações. O protocolo em questão envolve trabalhos que estudam o efeito de ofertas de forragem sobre a produtividade dos pastos e animais, sendo indicado ofertas intermediárias (8 e 12% de OF), que promovem elevada produção de forragem, ganho por animal e por área (MARASCHIN, 1998; MEZZALIRA et al., 2012; MOOJEN, 1991; MOOJEN e MARASCHIN, 2002; SOARES et al., 2005). Há trabalhos com caracterização da estrutura da vegetação e os processos envolvidos no consumo de forragem (DA TRINDADE et al., 2012; DA TRINDADE et al., 2016; NEVES, 2012; NEVES et al., 2009b), composição e dinâmica de espécies (CASTILHOS et al., 2007; FEDRIGO et al., 2017; SOARES et al., 2011), fluxo de tecidos das espécies nativas (SILVA, 2018) entre outros.

Já o protocolo de pastoreio rotativo da UFSM se baseia em atributos ecofisiológicos das plantas para determinar os intervalos de pastoreio utilizando a soma térmica de espécies competidoras e conservadoras de recursos. Neste protocolo foram desenvolvidos estudos para entender a composição e dinâmica de crescimento de gramíneas nativas (COELHO et al., 2018; CONFORTIN, 2012), estudos de morfogênese e fluxo de tecidos (CONFORTIN et al., 2016; SANTOS et al., 2014), estrutura do pasto e desempenho animal (BARBIERI et al., 2014; SOARES et al., 2015), entre outros.

Apesar da intenção em promover diferentes estruturas por meio das ofertas de forragem e intervalos de pastoreio, ocorrem flutuações na altura dos pastos, devido a fenômenos climáticos, estacionalidade de produção das espécies que compõe os campos e seletividade dos animais em pastejo e, conforme demonstrado por Neves et al. (2009b) em ofertas de forragem

e por Confortin et al. (2016) em intervalos de pastejo, ocorrem variações na altura tanto em relação às épocas de avaliação como para os tratamentos aplicados.

A altura é uma variável integrante da estrutura do pasto, e recentemente tem sido utilizada com mais frequência como critério de manejo em pastagens cultivadas (FONSECA et al., 2013; MEZZALIRA et al., 2014; SANTOS et al., 2013b; SANTOS et al., 2016; SBRRISSIA et al., 2013), sendo esta uma variável-controle em muitos experimentos com pastagens por todo mundo, possivelmente incentivada após trabalho de (HODGSON, 1985), que ressalta a relevância da altura como integradora de características estruturais importantes do dossel como massa de forragem e IAF. Apesar de ter sido amplamente disseminado como critério de manejo de pastagens cultivadas, o uso da altura como ferramenta de controle experimental em pastagens naturais, até aonde sabemos, não tem sido reportado na literatura da área, provavelmente devido à própria heterogeneidade natural destes ecossistemas, que implica em grandes variações da altura ao longo do espaço-tempo. No entanto, o uso dessa variável poderia ser uma estratégia interessante em situações que ocorre dominância de alguma espécie em particular, como é o caso do capim-caninha, que é dominante em muitos campos do Sul da América do Sul.

3 HIPÓTESES

3.1 GERAL

Intensidades de distúrbio intermediárias em pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees potencializam ambos: a produção de forragem e a diversidade de espécies.

3.2 ESPECÍFICAS:

- I. Alta intensidade de pastejo (12 cm) reduz o acúmulo de forragem em pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees sob lotação intermitente.
- II. Intensidades de distúrbio intermediárias promovem maior riqueza/diversidade de espécies em pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees.
- III. A capacidade conservadora das touceiras e a elevada plasticidade fenotípica são características que favorecem a dominância e garantem a persistência de *Andropogon lateralis* em pastagens naturais.

4 OBJETIVOS

4.1 GERAL

Verificar se existe uma amplitude de altura que possa ser utilizada como uma ferramenta de manejo para pastagens naturais com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees conciliando produção de forragem e manutenção da diversidade de espécies.

4.2 ESPECÍFICOS

- I. Avaliar o efeito da altura de manejo sobre o acúmulo de forragem, assim como alterações nos padrões morfológicos e atributos foliares do capim-caninha e demais espécies.
- II. Acompanhar alterações na composição florística frente às relações de competição intra e interespécificas promovidas pela ação dos animais.
- III. Avaliar a frequência e dinâmica espaço-temporal das touceiras de capim-caninha, as características estruturais das touceiras e a morfologia dos perfilhos.

5 ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE UMA PASTAGEM NATURAL COM PREDOMÍNIO DE *ANDROPOGON LATERALIS* NEES EM DIFERENTES ALTURAS DE MANEJO DO PASTEJO

RESUMO

Os processos de crescimento e acúmulo de forragem em pastagens naturais são eventos de entendimento complexo decorrente da grande diversidade e flutuação sazonal de espécies, que podem ser moduladas por uma série de razões, incluindo o manejo do pastejo. O objetivo deste estudo foi verificar o efeito de diferentes intensidades de pastejo sobre aspectos relacionados à produção de forragem em uma pastagem natural com predomínio de capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees), comumente encontrada no Sul da América do Sul. Os tratamentos foram compostos por quatro alturas pré-pastejo em lotação intermitente, 12, 20, 28 e 36 cm, com base na espécie predominante, e rebaixamento de 40% dessa altura. O delineamento foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram realizados quatro cortes de massa de forragem e 20 estimativas visuais por parcela, nas condições de pré e pós-pastejo, durante dois anos de avaliação (2015 a 2017). Foram estimados o acúmulo de forragem, massa de forragem e sua composição morfológica, índice de área foliar (IAF) e área foliar específica (AFE) de capim-caninha e demais espécies. O critério de manejo adotado proporcionou uma relação inversa entre altura de manejo e número de ciclos de pastejo. O acúmulo total de forragem foi similar em relação às alturas de manejo e ano de avaliação. Em períodos de alto crescimento a taxa de acúmulo de forragem é prejudicada na menor altura de manejo (12 cm), porém, o acúmulo é compensado pelo maior período que esses pastos acumulam forragem. A massa de forragem, assim como o percentual de capim-caninha, aumentou com as alturas de manejo, já para outras espécies, ocorre aumento com a redução da altura. Também houve um ajuste em termos funcionais do capim-caninha, com aumento na área foliar específica à medida em que se reduziu a altura de manejo. A comunidade vegetal se ajustou em termos de composição de espécies e funcionalidade da espécie dominante promovendo acúmulo de forragem similar em uma ampla variação na altura do pasto.

Palavras-chave: Acúmulo de forragem, composição dos pastos, espécie dominante, touceiras

5.1 INTRODUÇÃO

As pastagens naturais são compostas por uma grande diversidade de espécies, de potencial forrageiro ou não, que diferem em produção de biomassa, estrutura e estratégia de uso de recursos (ANDRADE et al., 2018; BOLDRINI, 2009; CRUZ et al., 2010; LEZAMA et al., 2014). Em boa parte do Sul do Brasil, as pastagens naturais são caracterizadas como Campos Subtropicais de Altitude, e apresentam um inesperado nível de endemismo pois encontram-se em uma zona de transição de vegetação tropical-temperada formando nichos ecológicos distintos (IGANCI et al., 2011). Nessas regiões, as áreas de pastagem natural foram reduzidas em aproximadamente 400 mil hectares nos últimos 15 a 20 anos, restando cerca de 9,71% da área do estado coberta por algum tipo de formação campestre natural (IBGE, 2006). Segundo dados do MapBiomas (2017), a área correspondente de formação campestre em Santa Catarina no ano de 2017 foi menor que 700 mil hectares. Portanto, é necessário entender melhor como ocorre a dinâmica de produção dessas pastagens e buscar meios para preservá-las, garantindo dessa forma, a manutenção da biodiversidade e prestação de serviços ecossistêmicos. Nesse sentido, o dilema é; “Como melhorar o acesso à produção pecuária em sinergia com a conservação do ecossistema?” (CARVALHO e BATELLO, 2009). Carvalho e Batello (2009) referem-se ao bioma Pampa, que também passa por uma drástica redução da vegetação natural, e apontam que é necessário resolver esse conflito por meio de medidas integradas, que relacionam a indução à produção e a conservação dos recursos naturais.

Em ecossistemas diversos e complexos, como é o caso das pastagens naturais, o manejo do pastejo torna-se uma ferramenta de valia para resolver esse dilema, pois tem relação direta com a heterogeneidade espacial e temporal da massa de forragem, assim como de sua qualidade e da composição de espécies (ADLER et al., 2001; McGRAWAHAN, et al., 2018; VERMEIRE et al., 2018). Baeza e Paruelo (2018) relataram que as mudanças no uso do solo em pastagens naturais do Rio da Prata têm promovido um impacto sobre a produção primária líquida, e essa redução está associada a impactos ambientais, que afetam a prestação de serviços ecossistêmicos e a sustentabilidade do sistema. Em estudo envolvendo 40 locais em vários continentes, Borer et al. (2014) demonstraram que o pastejo é um fator essencial para a manutenção da biodiversidade em sistemas produtivos, pois previne a exclusão de espécies pela redução da competição por luz. Nesse sentido, os processos de competição e interação solo-planta-animal sofrem influência das estratégias de manejo e a intensidade de desfolhação pode determinar a composição e o rendimento dessas pastagens (ALHAMAD e ALRABABAH et al., 2008; FEDRIGO et al., 2017; MAVROMIHALIS et al., 2013). Portanto, é necessário

entender melhor o impacto do manejo sobre a produção e composição das pastagens naturais, em especial àquelas que possuem espécies altamente dominantes, neste caso, o capim-caninha.

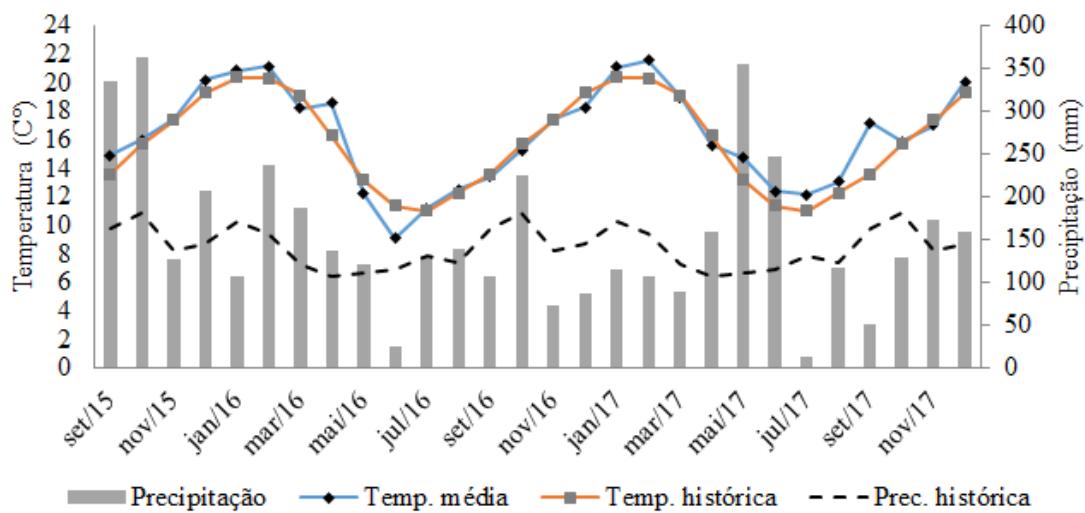
Experimentos com diferentes níveis de oferta de forragem em pastagens naturais têm demonstrado que a redução na oferta abaixo de um ótimo diminui o crescimento do pasto (MEZZALIRA et al., 2012; MOOJEN e MARASCHIN, 2002; NEVES et al., 2009; SOARES et al., 2005) e modifica a composição de espécies (FEDRIGO et al., 2017). Paralelamente, se tem demonstrado que a redução da altura de manejo da pastagem também diminui o consumo e a taxa de ingestão de forragem dos animais (DA TRINDADE et al., 2016) e que em pastagens relativamente uniformes, a qualidade da dieta e o consumo de forragem é regulado pela utilização do estrato superior (BENVENUTTI et al., 2015). No entanto, a influência da altura de manejo no crescimento de pastagens nem sempre pode ser interpretada de forma inequívoca, devido ao confundimento da estrutura do pasto com as mudanças na oferta de forragem que ocorrem principalmente em cenários de taxas de lotação fixas (WHEELER et al., 1973). Partindo da hipótese de que há uma relativa plasticidade nas condições de estrutura do pasto, promovida em distintas alturas de manejo que otimizam os padrões de crescimento e acúmulo de forragem em pastagem natural, objetivou-se verificar o efeito de diferentes alturas de manejo em lotação intermitente sobre os aspectos que envolvem a produção de forragem em pastagens naturais com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees.

5.2 MATERIAIS E MÉTODOS

5.2.1 Área, desenho experimental e manejo

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Lages (EEL), pertencente a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), localizada no município de Lages, Santa Catarina, Brasil, a latitude 27° 47' 55" Sul e longitude 50° 19' 25" Oeste, com 922 m de altitude e precipitação média anual de 1668 mm. O clima da região é mesotérmico úmido (Cfb) segundo classificação de Köppen, com invernos rigorosos, verões amenos e chuvas bem distribuídas ao longo do ano (ALVARES et al., 2013). O relevo da área experimental é levemente ondulado, com solo do tipo Cambissolo Húmico Alumínico Háplico de acordo com o manual de classificação da EMBRAPA (2006). Os parâmetros de fertilidade do solo na camada de 0-10 cm de profundidade indicaram: pH (SMP) = 4.8, P = 3.4 mg L⁻¹, K = 114 mg L⁻¹, OM = 5%, Al = 3.1 cmol_c L⁻¹, Ca = 4.3 cmol_c L⁻¹ e Mg = 2.1 cmol_c L⁻¹. Os dados climáticos do período experimental e média histórica foram obtidos da Epagri/Ciram (Estação de Lages), localizada a 500 m da área do estudo (Figura 1).

Figura 1 - Temperatura e precipitação do período experimental e médias históricas dos últimos 58 anos, referentes à Estação Experimental de Lages (Epagri/Ciram).



Fonte: próprio autor

A área experimental consiste em uma pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees (capim-caninha), sem nenhum histórico nos últimos 30 anos de ação antrópica em termos de fertilização do solo, queimadas e introdução de espécies. A área possui 14.000 m² e foi dividida em 16 piquetes de 875 m² cada, todos providos de bebedouro e cocho de sal no corredor central. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por quatro alturas pré-pastejo, 12, 20, 28 e 36 cm, medidas na espécie predominante (capim-caninha), como critério de entrada dos animais. O método de pastejo utilizado foi de lotação intermitente, conforme definido por Allen et al. (2011), com intervalos de descanso variáveis (determinados pela altura de entrada). O critério de retirada dos animais foi definido pela redução de 40% da altura de entrada, 7,2; 12; 16,8 e 21,6 cm, respectivamente. Essa severidade permite que os animais selecionam quase que exclusivamente folhas, uma vez que 90% de todo componente colmo se concentra na metade inferior do dossel (ZANINI et al., 2012).

Um pastejo de homogeneização foi realizado no início da estação de crescimento, com início em 19/08/2015 e período de ocupação de três dias, atingindo altura média de 11,7 cm. Durante o período experimental foram utilizadas vacas secas da raça Flamenga (Rouge Flamande), com peso médio de 613 ± 92 kg. A carga animal foi ajustada para atingir a metade de rebaixamento em dois a três dias de ocupação. A carga instantânea média do período experimental foi de 2091 kg de peso vivo ha⁻¹ dia⁻¹.

5.2.2 Altura do dossel forrageiro

A altura do pasto foi monitorada semanalmente com *sward stick* (BARTHRAM, 1985), em caminhamento sistemático e quatro linhas de avaliação, totalizando 40 leituras por parcela medidas no capim-caninha. Também foram realizadas mensurações no estrato baixo (entre touceiras de capim-caninha), seguindo a mesma metodologia, porém, em 20 pontos por parcela. Quando a média de cada parcela atingia a altura referente aos tratamentos (12, 20, 28 e 36 cm), os animais eram conduzidos às parcelas para iniciarem o processo de pastejo. A altura foi monitorada durante o pastejo, e quando alcançava o rebaixamento de 40% da altura de entrada, os animais eram retirados das parcelas e registradas as alturas pós-pastejo (resíduo) do capim-caninha e do estrato baixo, seguindo a mesma metodologia de avaliação.

5.2.3 Massa e acúmulo de forragem

A massa de forragem foi avaliada por meio do corte de quatro amostras pareadas por parcela, similares em massa e composição de espécies, nas condições de pré e pós-pastejo. Os cortes foram realizados rente ao solo, com uso de quadros de 0,25 m² (0,5 x 0,5 m) e máquina de tosquia. Também foram tomadas medidas de altura, em cinco pontos por amostra, com *sward stick*. Um quarto das amostras de massa de forragem obtidas nos cortes foi designada ao laboratório para determinação dos componentes morfológico e índice de área foliar, e o restante (3/4) foi seca em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C por 72 horas para determinação da matéria seca da amostra. A massa de forragem, extrapolada para hectare (kg MS ha⁻¹), foi calculada com base na matéria seca ponderada das amostras secas em estufa. O acúmulo de forragem foi estimado por meio de dupla amostragem (HAYDOCK e SHAW, 1975), a partir da estimativa visual de 20 amostras obtidas de forma sistemática em quatro linhas de avaliação por parcela, nas condições de pré e pós-pastejo, em todos os ciclos de pastejo. Para calibração da estimativa visual foram construídas equações de regressão da massa de forragem estimada em função da massa de forragem obtida nos cortes de massa de forragem (kg MS ha⁻¹). O acúmulo de forragem foi calculado por diferença da massa estimada calibrada, descontando-se da massa de forragem pré-pastejo a massa de forragem pós-pastejo do ciclo anterior ($AF = MF_{PRÉ} \text{ ciclo}^n - MF_{PÓS} \text{ ciclo}^{n-1}$). Para obter o acúmulo do ano, somou-se os acúmulos de todos os ciclos da estação de crescimento mais o acúmulo de inverno, ou seja, partindo do pós-pastejo do 1º ciclo até o pré-pastejo do 1º ciclo do ano subsequente, totalizando dois anos de acúmulo referente às estações de crescimento 2015/16 e 2016/17. Também foram construídas curvas normais com base nas taxas de acúmulo diárias representando as estações de crescimento, e as taxas de acúmulo (kg MS ha⁻¹ dia⁻¹) calculadas dividindo-se o acúmulo de forragem de cada

ciclo pelo respectivo intervalo entre pastejos ($TA = AF_{CICLO}^n / IP_{CICLO}^n$). Foi integrada a área de 50% das curvas das taxas de acúmulo, representando a época em que o acúmulo ocorre em condição de alto crescimento, onde há maior disponibilidade de recursos como luz e temperatura.

5.2.4 Composição morfológica e atributos foliares

No laboratório, as sub amostras da massa de forragem (1/4 das amostras), foram separadas em capim-caninha, outras espécies e material morto. Em seguida, o material verde foi fracionado em lâmina foliar, pseudocolmo (colmo + bainha foliar). As lâminas foliares foram mensuradas em integrador de área foliar LI-COR (modelo LI - 3100), para obtenção da área de folhas do capim-caninha e outras espécies separadamente. O índice de área foliar (IAF) foi calculado ponderando-se a proporção de capim-caninha e outras espécies na subamostra com a massa de forragem da amostra. As frações foram secas em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C por 72 horas para determinação da matéria seca, possibilitando o cálculo da participação relativa de cada componente na massa de forragem, assim como da área foliar específica (AFE), obtida pela relação da área foliar com a massa seca de lâmina foliar ($cm^2 g^{-1}$).

5.2.5 Análise estatística

Os dados foram analisados por meio do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2017). Foi verificada a normalidade dos resíduos (teste de Shapiro-Wilk) e a homogeneidade de variância (teste de Bartlett), e caso não atingidas essas premissas, realizadas transformações e/ou excluídos *outliers*. A análise de variância foi realizada utilizando-se modelos mistos do pacote lmr4 (BATES et al., 2015). Foram considerados como efeitos fixos os blocos, as alturas de manejo (tratamento), a condição de pastejo (pré e pós-pastejo) e os anos de avaliação, e como efeito aleatório as parcelas (combinação de bloco com tratamento). Os modelos foram selecionados seguindo o critério de informações de Akaike (AIC), com estruturas da matriz de variância e covariância que mais se adequava a cada variável. As médias para os efeitos significativos ($p < 0,05$) foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Também foi realizada análise de regressão utilizando a ferramenta lm (linear model) ao nível de 5% de significância.

5.3 RESULTADOS

5.3.1 Número de ciclos, intervalos entre pastejos e alturas

O critério de manejo adotado promoveu diferenças no número de ciclos e intervalos entre pastejos (Tabela 1). As metas das alturas pré e pós-pastejo foram atingidas e expressas as médias e os respectivos desvios padrão.

Tabela 1 - Médias do número de ciclos de pastejos (CP), intervalos entre pastejos (IP), alturas pré (Alt.pré) e pós-pastejo (Alt.pós) para as diferentes alturas de manejo em uma pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees durante duas estações de crescimento (2015/16 e 2016/17).

Altura de manejo	1 ^a estação de crescimento				2 ^a estação de crescimento			
	CP nº	IP días	ALT.pré* cm	ALT.pós cm	CP nº	IP dias	ALT.pré Cm	ALT.pós Cm
12 cm	8.0	19	12,1±0,6	7,5±0,6	6.5	34	11,9±0,3	7,1±0,3
20 cm	4.25	42	20,5±1,4	12,5±0,5	5.25	41	19,9±0,9	12,0±0,5
28 cm	3.25	59	27,2±0,9	16,6±1,0	3.0	62	28,0±0,6	16,6±0,2
36 cm	2.0	83	36,2±0,8	21,5±1,8	2.5	86	35,7±0,7	20,8±0,6

*As médias das alturas estão seguidas pelos respectivos desvios padrão. Fonte: próprio autor

Foi verificado efeito da altura de manejo para o percentual de rebaixamento do estrato baixo ($p=0,0435$), com menores percentuais nas alturas de 12 e 20 cm e maiores percentuais nas alturas de 28 e 36 cm (Tabela 2).

Tabela 2 - Altura médias do estrato baixo em pré (ALTeb.pré) e pós-pastejo (ALTeb.pós) e percentual de rebaixamento nas diferentes alturas de manejo em pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees submetida a lotação intermitente.

Altura de manejo	12 cm	20 cm	28 cm	36 cm	EPM*
ALTeb.pré (cm)	4,7	7,1	10,0	13,2	
ALTeb.pós (cm)	3,1	4,5	5,7	7,6	
Rebaixamento (%)	32,7 b	35,4 b	42,6 a	42,6 a	9,8

*Erro padrão da média. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: próprio autor

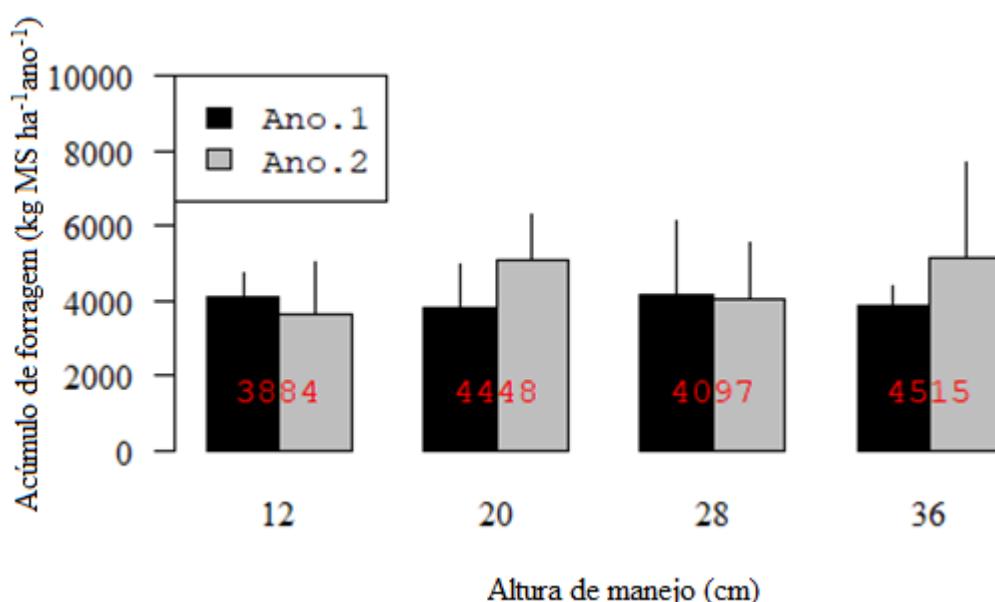
Foi observado aumento no número de ciclos de pastejo e consequente redução dos intervalos entre pastejos à medida em que se reduziu a altura de manejo. Na segunda estação de crescimento observou-se a mesma tendência, porém, com valores um pouco distintos em

relação à primeira estação de crescimento, destacando-se o menor número de ciclos para o manejo de 12 cm e maiores para 20 e 36 cm.

5.3.2 Acúmulo de forragem

O acúmulo de forragem não variou em função dos tratamentos e em nenhum dos dois anos de avaliação ($p>0,05$; Figura 2), com produção média foi de $4236 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

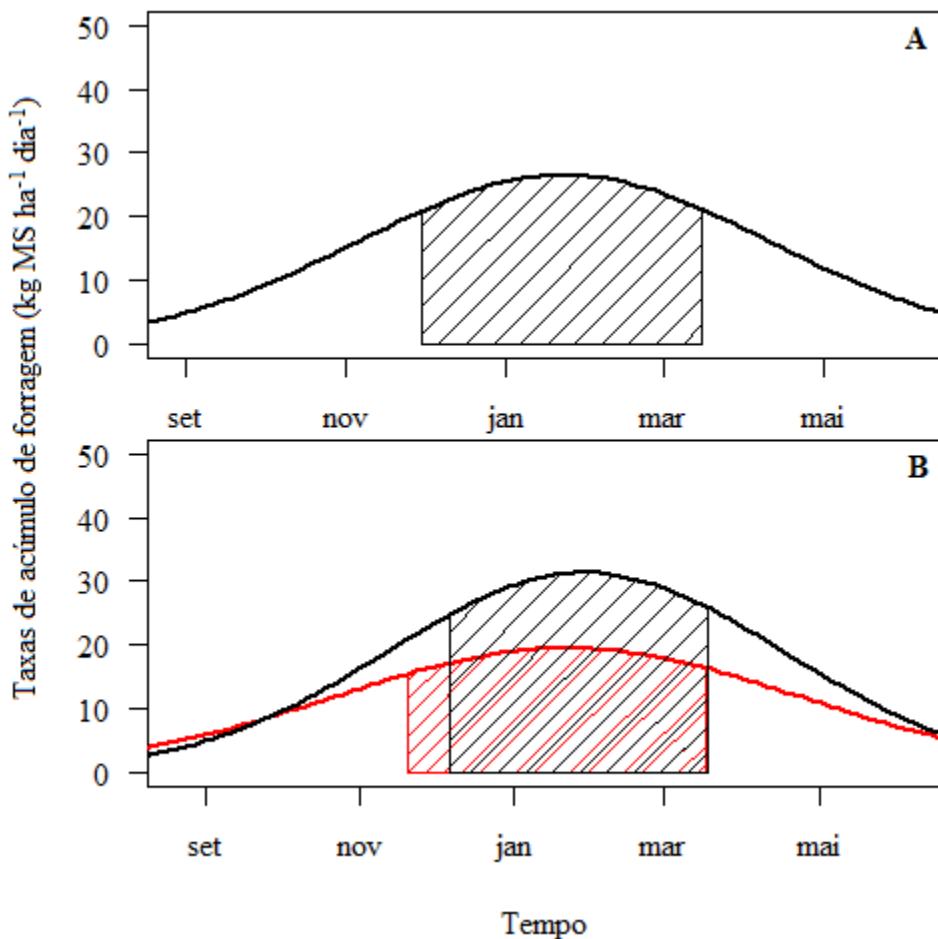
Figura 2 - Acúmulo de forragem ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) em uma pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees manejada em diferentes alturas sob lotação intermitente. *As barras representam os desvios padrão.



Fonte: próprio autor

As curvas das taxas de acúmulo de forragem foram similares entre as alturas de manejo na primeira estação de crescimento, com taxa de acúmulo média de $20,1 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, concentrando 50% do acúmulo entre 30/11/2015 e 16/03/2016, ou seja, um intervalo de 107 dias (Figura 3, A). Na segunda estação de crescimento as taxas de acúmulo para a altura de 12 cm foram em média 33,2% menores em relação aos demais tratamentos, com $16,7$ e $25 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, respectivamente (Figura 3, B). O período de maior crescimento iniciou 15 dias antes no manejo de 12 cm, de 20/11/2016 a 17/03/2017 (117 dias), compensando o acúmulo de forragem em relação aos demais tratamentos, que tiveram um período de 102 dias (06/12/2016 a 18/03/2017).

Figura 3 - Curvas das taxas de acúmulo de forragem ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) para a primeira (A) e segunda estação de crescimento (B) em pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees manejada em diferentes alturas sob lotação intermitente. A curva em vermelho na segunda estação de crescimento refere-se ao manejo de 12 cm de altura, em preto a média dos demais tratamentos. As hachuras integram 50% da área abaixo da curva e representam o período de alto crescimento, ou seja, quando as taxas de acúmulo de forragem são mais elevadas.



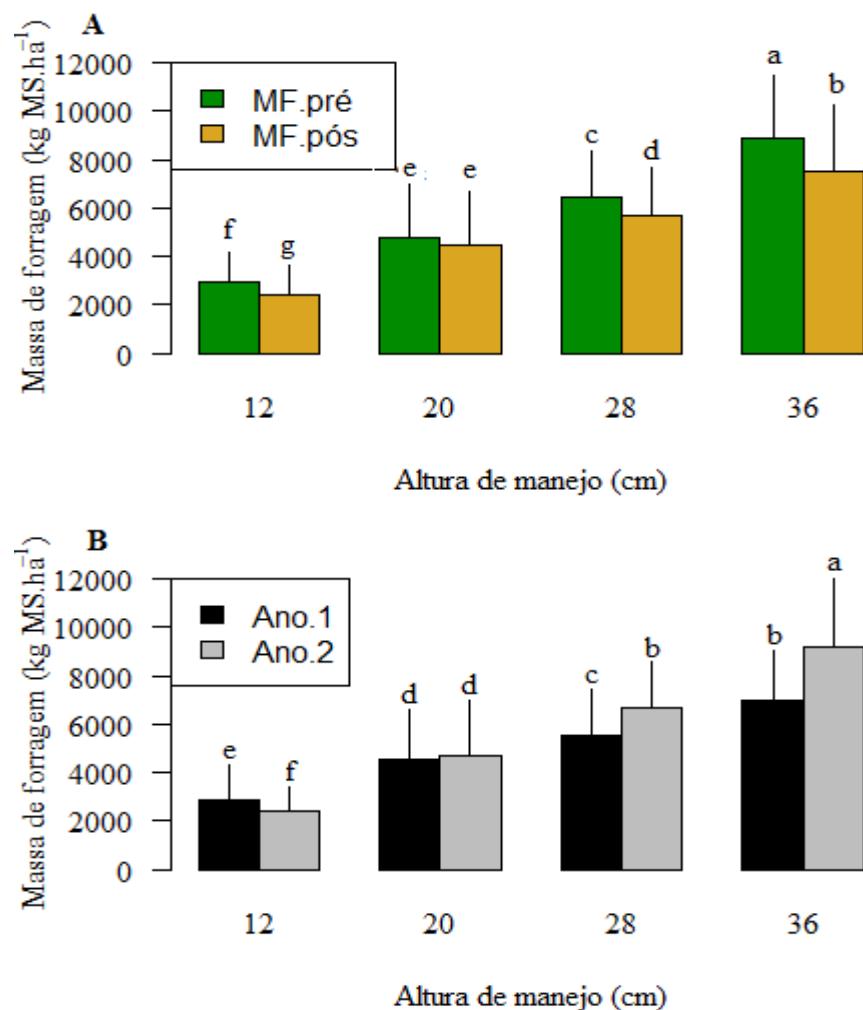
Fonte: próprio autor

5.3.3 Massa de forragem e composição morfológica

A massa de forragem variou com a interação entre altura de manejo e condição de pastejo ($p=0,0362$), com aumento nesta medida em que se aumentou a altura de manejo, e maiores valores em pré comparados ao pós-pastejo, exceto para o manejo de 20 cm de altura (Figura 4, A). Também foi verificado efeito para a interação entre altura de manejo e ano de avaliação ($p<0,0001$), com aumento na massa de forragem à medida em que se aumentou a altura de manejo, nos dois anos de avaliação, porém, no segundo ano o efeito foi mais marcante,

com redução na massa de forragem no manejo de 12 cm e aumento nos manejos de 28 e 36 cm em relação ao primeiro ano (Figura 4, B).

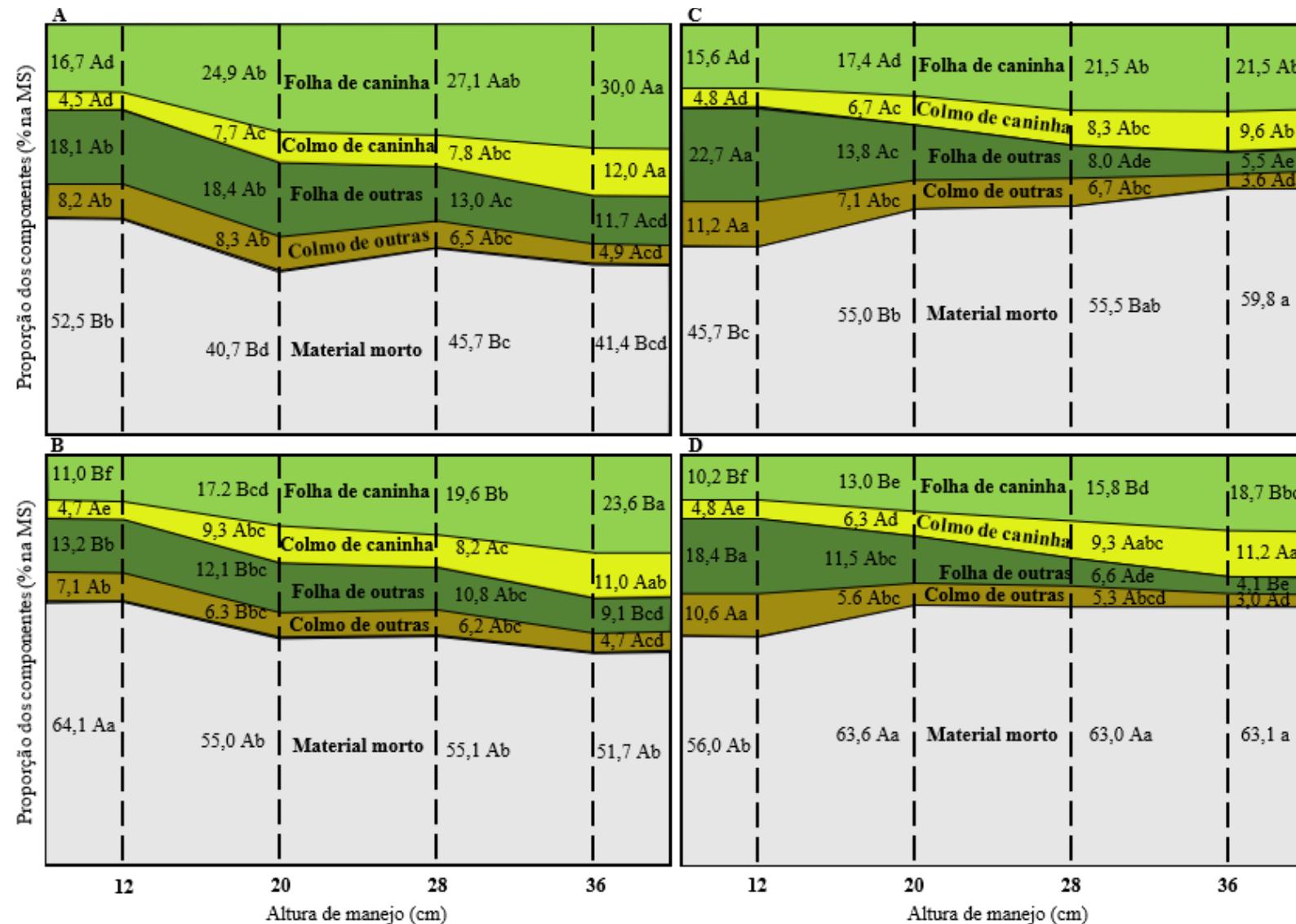
Figura 4 - Massa de forragem (kg MS ha^{-1}) nas diferentes alturas de manejo em pré e pós-pastejo (A) e média nos dois anos de avaliação (B) em uma pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees submetida à lotação intermitente. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. *As barras representam os desvios padrão.



Fonte: próprio autor

A composição morfológica variou com as estratégias de manejo (Figura 5). Para todos os componentes morfológicos foi verificado efeito de interação entre altura de manejo e ano de avaliação, assim como para condição de pastejo (pré ou pós-pastejo), exceto para colmo de capim-caninha, com efeitos de: folha de capim-caninha ($p<0,0001$ e $p<0,0001$, respectivamente), colmo de capim-caninha ($p=0,0159$), folha de outras espécies ($p<0,0001$ e $p<0,0001$, respectivamente), colmo de outras espécies ($p<0,0001$ e $p=0,0103$, respectivamente) e material morto ($p<0,0001$ e $p<0,0001$, respectivamente).

Figura 5 - Composição morfológica de uma pastagem natural com predomínio de capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees) manejada em diferentes alturas sob lotação intermitente. As avaliações referem-se à: 1º ano nas condições de pré-pastejo (A) e pós-pastejo (B), e 2º ano nas condições de pré-pastejo (C) e pós-pastejo (D). Médias de um mesmo componente morfológico seguidas pelas mesmas letras: maiúsculas comparando a condição de pastejo em cada altura de manejo e ano de avaliação, e minúsculas comparando a interação entre altura de manejo e ano de avaliação em cada condição de pastejo; não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.



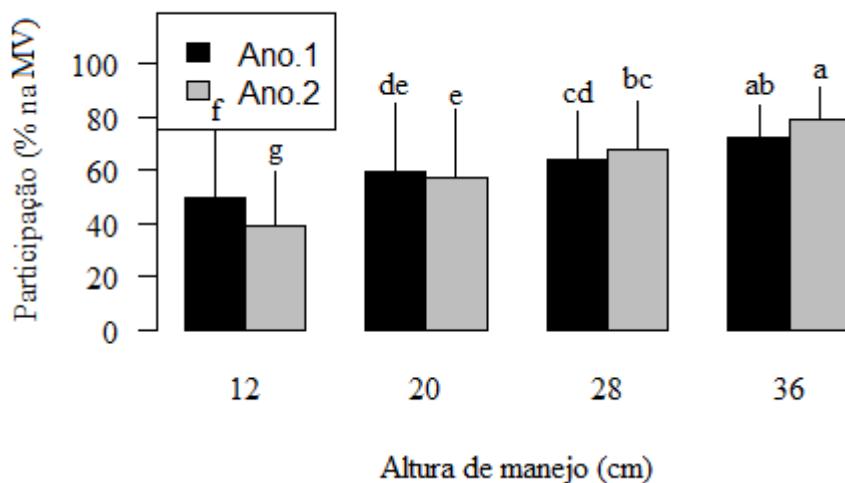
Fonte: próprio autor

De maneira geral, verificou-se aumento na participação de outras espécies nos manejos de menor altura e aumento de capim-caninha nos manejos de maior altura, sendo essa diferença mais marcante no segundo ano de avaliação. Em relação à condição de pastejo, verificou-se que do pré-pastejo para o pós-pastejo houve redução no percentual de folhas, tanto de capim-caninha como de outras espécies, o componente colmo praticamente não variou, e houve aumento no percentual de material morto. No primeiro ano, o percentual de material morto foi maior nos manejos de menor altura, tendência que se inverteu no segundo ano.

5.3.4 Percentual de capim-caninha

A proporção de capim-caninha na massa de forragem variou com a interação entre altura de manejo e ano de avaliação ($p<0,0001$; Figura 6).

Figura 6 - Participação de capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees) no material verde (excluindo material morto) de uma pastagem natural manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância. *As barras representam os desvios padrão.



Fonte: próprio autor

O percentual de capim-caninha aumentou com as alturas de manejo e, em relação ao ano de avaliação, verificou-se maior amplitude de variação no segundo ano, com redução no percentual de capim-caninha na altura de 12 cm em relação ao primeiro ano de avaliação.

5.3.5 Índice de área foliar

Foi verificado efeito de interação entre altura de manejo, condição de pastejo e ano de avaliação para o índice de área foliar ($p=0,0041$). Para o índice de área foliar de capim-caninha

foi observado efeito de interação entre altura de manejo e condição de pastejo ($p=0,0003$), e para outras espécies interação entre altura de manejo, condição de pastejo e ano de avaliação ($p=0,0250$) ($p=0,0250$) (Tabela 3).

Tabela 3 - Índice de área foliar em pré (IAF) e pós-pastejo (IAF.pós), de capim-caninha (IAFcan e IAFcan.pós, respectivamente) e outras espécies (IAFout e IAFout.pós, respectivamente) em uma pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente em dois anos de avaliação.

Variáveis	Altura de manejo				EPM*
	12 cm	20 cm	28 cm	36 cm	
Ano 1 (2016)					
IAF	2,38 Bd	4,01 Ac	5,36 Ab	7,39 Aa	1,65
IAFcan	1,02 Ad	2,07 Ac	2,99 Ab	4,27 Aa	1,23
IAFout	1,37 Bd	1,94 Ac	2,37 Ab	3,12 Aa	1,15
IAF.pós	1,46 Bd	2,97 Ac	3,81 Ab	4,80 Aa	1,03
IAFcan.pós	0,60 Ad ^{§1}	1,57 Ac ^{§2}	2,06 Ab	2,93 Aa	0,83
IAFout.pós	0,86 Bc	1,40 Ab	1,75 Aa	1,87 Aa	0,73
Ano 2 (2017)					
IAF	2,98 Ad	3,71 Ac	5,06 Ab	5,75 Ba	1,34
IAFcan	1,03 Ad	1,96 Ac	3,15 Ab	3,93 Aa	1,12
IAFout	1,95 Aa	1,75 Aa	1,91 Ba	1,81 Ba	0,96
IAF.pós	1,69 Ad	2,67 Ac	3,25 Bb	4,46 Aa	1,24
IAFcan.pós	0,56 Ad ^{§3}	1,40 Ac	1,98 Ab	3,25 Aa ^{§4}	0,97
IAFout.pós	1,13 Aa	1,27 Aa	1,26 Ba	1,20 Ba ^{§5}	0,61

*Erro padrão da média. Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas comparando as alturas de manejo e maiúsculas entre os anos de avaliação para uma mesma variável e altura de manejo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. §^{1, 2, 3, 4 e 5} não diferiram em relação ao pré-pastejo ($p>0,05$; Erro padrão da média de 0,37, 0,42, 0,38, 0,48 e 0,44, respectivamente). Fonte: próprio autor

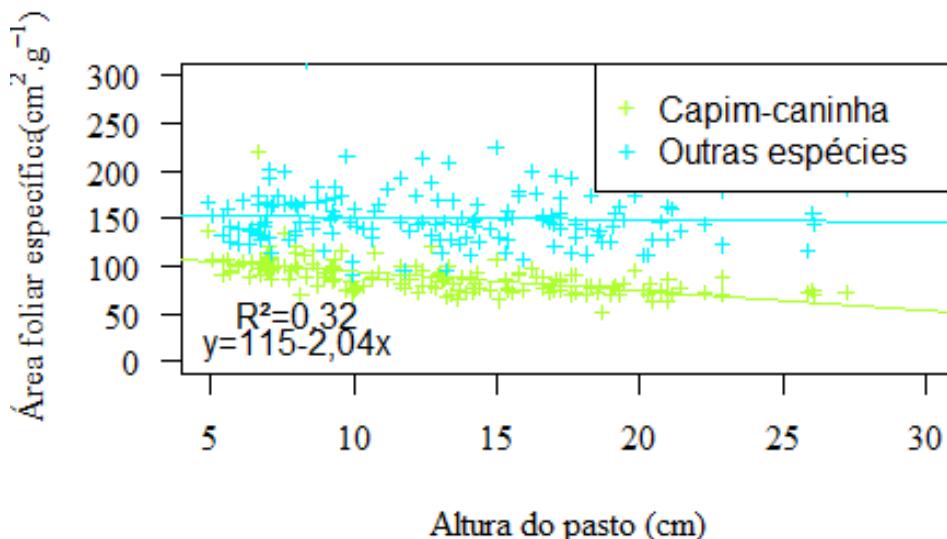
O índice de área foliar aumentou com a altura de manejo, tanto em pré como em pós-pastejo, nos dois anos de avaliação. O índice de área foliar do capim-caninha apresentou a mesma tendência, já para outras espécies, o índice de área foliar foi similar em pós-pastejo para as alturas de 28 e 36 cm no 1º ano e não diferiu entre as alturas de manejo, tanto em pré como em pós-pastejo, no 2º ano de avaliação. Não foi observada redução no índice de área foliar no pós-pastejo em relação ao pré-pastejo para o capim-caninha nas alturas de 12 e 20 cm no 1º ano

e 12 e 36 cm no 2º ano, e para outras espécies não houve diferença na altura de 36 cm no 2º ano.

5.3.6 Área foliar específica

Foi observado efeito linear negativo para a área foliar específica do capim-caninha ($p<0,0001$), com redução de $2,04 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ para cada centímetro de aumento em altura do pasto (Figura 7).

Figura 7 - Relação da área foliar específica ($\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$) com a altura do pasto (cm) do capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees) e outras espécies em pastagem natural manejada sob lotação intermitente.



Fonte: próprio autor

A área foliar específica das demais espécies não variou com a altura do pasto, porém foi maior em relação ao capim-caninha, com médias de 151 e $88 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, respectivamente.

5.4 DISCUSSÃO

Em ambientes multiespecíficos, como é o caso das pastagens naturais, os processos de crescimento e acúmulo de forragem são influenciados pela composição de espécies, em especial quando há espécies dominantes (BRISKE e ANDERSON, 1992; VERMEIRE et al., 2018). Durante dois anos consecutivos de avaliação, mesmo em uma ampla variação na altura de manejo, não foi observado diferença nos acúmulos de forragem. Este fato pode ser explicado porque, apesar do IAF no manejo de 12 cm representar apenas 40% em relação ao manejo de 36 cm (médias de 2,1 e 5,2, respectivamente), há diferença na qualidade do IAF, em que pastos manejados mais baixos apresentam menores quantidades de folhas mas que contribuem mais

para o processo de fotossíntese. Já em pastos manejados mais altos, apesar do alto valor de IAF, ocorre um excessivo sombreamento, aonde muitas folhas contribuem para o IAF mas que apresentam um reduzido potencial fotossintético, muitas vezes, dependendo do estágio de desenvolvimento, são dreno de fotoassimilados (PARSONS et al, 1983; PARSONS et al, 1988). Essa ineficiência no uso do recurso luminoso é ainda maior no estrato entre touceiras, composto principalmente por espécies de menor porte, ou seja, sombreadas pelo capim-caninha. Nos manejos de maior altura, o IAF das outras espécies compunha praticamente um terço do IAF total (Tabela 3). Vale destacar também que a área foliar residual foi elevada, o que influencia não só na rebrota pós-pastejo, mas também na idade das folhas, comprometendo ainda mais a eficiência do aparato fotossintético nos manejos de maior altura. Sbrissia et al. (2018) também observaram uma ampla variação no IAF sem afetar o acúmulo de forragem em pastos de capim-quicuiu. De acordo com Bircham e Hodgson (1983), existe uma amplitude de estrutura do pasto em que o acúmulo varia pouco (IAF entre 2 e 6), e isso se deve não só ao balanço entre crescimento e senescência, mas também à ajustes na comunidade de plantas. É provável que em pastagens naturais, compostas por uma grande diversidade de espécies, essa amplitude de variação na estrutura sem alterar o acúmulo de forragem seja ainda maior. De acordo com Altesor et al. (2005), ao estudar o efeito do pastejo em campos nativos do Uruguai, o pastejo pode promover não só maior produção de forragem em relação à exclusão do pastejo, mas também maior diversidade de espécies vegetais, portanto, um importante fator modulador da estrutura desse ecossistema.

O capim-caninha é uma espécie que apresenta alta resistência a alterações no manejo, pois permaneceu dominante mesmo na maior intensidade de pastejo (12 cm), compondo quase que 50% da massa verde (Figura 6). Nesse sentido, é provável que a altura de 12 cm não foi limitante à produção de forragem devido a capacidade que o capim-caninha possui em alterar sua funcionalidade em função do manejo empregado (CRUZ et al. 2010). De acordo com Andueza et al. (2015), a dominância em pastagens está associada à alta produtividade e qualidade em espécies competidoras, ou à baixo rendimento e qualidade em espécies conservadoras, que apresentam também alta proporção de material senescente. Apesar do capim-caninha ter apresentado um padrão de resposta de espécie mais competitiva no tratamento de menor altura de manejo (aumento em área foliar específica; Figura 7), essa alteração não se refletiu em aumento na produção de forragem, uma vez que a fertilidade natural do solo é baixa, sem nenhuma ação antrópica em termos de calagem e adubação e, portanto, um ambiente pouco propício para espécies competitivas expressarem seu potencial produtivo. De acordo com Ansquer et al. (2009), tanto o estado nutricional como a composição funcional

das plantas são determinantes das taxas de acúmulo de forragem. Ambientes de baixa fertilidade são propícios para a dominância de espécies conservadoras (LIANCOURT et al., 2009; SCHELLBERG e PONTES, 2012). Vale destacar também que o percentual de material morto foi elevado em todas as alturas de manejo (Figura 5), e conforme descrito por Andueza et al. (2015), característico de um ambiente com dominância de espécies conservadoras.

Um fator que pode ter contribuído para a elevada participação de material morto na massa de forragem pode estar relacionado com a baixa severidade de desfolhação, uma vez que ao reduzir em 40% a altura dos pastos isso não se reflete em redução na mesma proporção de redução em massa de forragem (Figura 4), que foi de apenas 13%, em decorrência principalmente da densidade de forragem, distinta nas diferentes alturas do pasto, e também possivelmente pelo efeito de acamamento, promovido pelo pisoteio dos animais durante o pastejo. Como consequência da baixa severidade, há grande quantidade de material senescente acumulado, em média de 55% na massa de forragem, com maior percentual em pós-pastejo, decorrente da seleção animal pelo componente folha (Figura 5). A relativa similaridade em termos proporcionais na remoção de altura do estrato baixo é um fato interessante, pois indica que mesmo a baixa severidade de pastejo permitiu aos animais colherem praticamente folhas, não havendo necessidade em acessar novos horizontes de pastejo (CANGIANO et al., 2002; BENVENUTTI et al., 2015), mesmo em um ambiente propício à alta seleção, devido a diversidade de espécies e heterogeneidade estrutural (BARBIERI et al., 2014; DUMONT et al., 2007; FENG et al., 2016; GONÇALVES et al., 2009).

As diferentes alturas de manejo promoveram mudanças na comunidade de plantas, favorecendo em menores alturas outras espécies que não o capim-caninha, em especial as que compõem o estrato baixo, aumentando a participação destas na massa de forragem (Figura 5). Essa resposta pode estar relacionada principalmente à condição de ambiente luminoso, que em maior intensidade de pastejo permite maior entrada de luz no dossel e o desenvolvimento dessas espécies (ALTESOR et al., 2005; LEZAMA et al., 2014; MAVROMIHALIS et al., 2013;). Em sentido contrário, o aumento na altura de manejo promoveu maior participação de capim-caninha, que assim como outras espécies dominantes em pastagens naturais, possui vantagens em termos de competição por luz (BRISKE e ANDERSON, 1992; CRUZ et al., 2010). Percebe-se também que houve alteração na composição dos pastos com o passar do tempo, verificando-se no segundo ano redução na participação de capim-caninha e material morto, consequentemente, aumento de outras espécies nas menores alturas de manejo (Figura 5). De acordo com Pizzio et al. (2016), a redução da biomassa de gramíneas eretas ocorre de maneira gradual nas maiores intensidades de pastejo, e de forma simultânea, aumenta a participação de

gramíneas prostradas e arbustivas. É provável que o aumento no percentual de material morto no segundo ano para as maiores alturas de manejo tenha ocorrido devido aos maiores intervalos entre pastejos (Tabela 1) pois, conforme demonstrado por Silva (2018), o fluxo de senescênciá é maior em situações de maiores ofertas de forragem em que a frequência de desfolhação de perfilhos é menor.

Além de mudanças na composição de espécies, a espécie dominante também alterou suas características foliares, aumentando a área foliar específica à medida em que se reduziu a altura do pasto (Figura 7), o que pode ter refletido em alterações na funcionalidade do pasto, uma vez que as outras espécies possuem área foliar específica superior ao próprio capim-caninha. O ajuste funcional por meio de alterações na AFE, somado às mudanças na composição de espécies promovem uma resistência dos campos às variações na altura de manejo, o que ajuda a explicar a não diferença no acúmulo de forragem.

Pastos manejados mais baixos promoveram aumento na proporção de espécies prostradas, que geralmente possuem as folhas mais planófilas, com menor quantidade de aparato fotossintético (Tabela 3), o que limita o acúmulo de forragem em períodos de alto crescimento (Figura 3, B). O aproveitamento da luz é menor em espécies prostradas, pois as folhas mais planófilas remetem a um maior coeficiente de extinção luminosa (k), ou seja, a luz que chega até as folhas se extingue (reflete) mais rapidamente, como consequência, ocorre uma menor conversão da luz que incide sobre o dossel em biomassa (SHEEHY e COOPER, 1973). Entretanto, o manejo de menor altura proporcionou um período de utilização mais prolongado, com alto crescimento antecipado em relação aos demais, levando a um tamponamento no acúmulo de forragem ao longo do ano. Um fator que pode ter contribuído para esse tamponamento do acúmulo foi a contribuição de outras espécies, algumas com crescimento não tão estival quanto o capim-caninha, inclusive espécies de crescimento hibernal, como por exemplo *Anthoxanthum odoratum*, que foi frequente na área, além de outras espécies que, pela redução na dominância do capim-caninha, tiveram mais espaço para se desenvolver (Artig 2 - Capítulo 7 nesta tese).

No primeiro ano, as curvas de acúmulo de forragem foram similares entre os tratamentos (Figura 3, A), provavelmente porque a estrutura da comunidade estava se ajustando ao manejo, ainda com grande participação de capim-caninha (Figura 6). Um indício desse ajuste é que o manejo de 12 cm teve 8 pastejos na 1^a estação de crescimento, com intervalos bastante curtos nos primeiros ciclos (primavera/verão de 2015), já na 2^a estação de crescimento este mesmo tratamento reduziu para uma média de 6,5 ciclos de pastejo (Tabela 1). Hirata (2000) observou diferenças temporais na relação do acúmulo com a massa de forragem, com comportamento

linear nos dois primeiros períodos rebrote, assumindo comportamento quadrático nos períodos de maior crescimento, com maior acúmulo em massas de forragem intermediárias e redução nos extremos (alta e baixa massa de forragem). Moojen e Maraschin (2002) também observaram maiores taxas de acúmulo de forragem em manejos de oferta intermediária, com redução desta nos manejos de menor e maior oferta de forragem (4 e 16% de OF). Essas informações vão ao encontro daquelas observadas por Bircham e Hodgson (1983) e contribuem para a afirmativa de que apesar de ser grande a amplitude de variação na estrutura do dossel, e reduzir as taxas de acúmulo em período de alto crescimento no manejo de 12 cm, as alturas utilizadas em nosso estudo não foram limitantes a ponto de prejudicar o acúmulo de forragem anual. Nesse sentido, evidencia-se a grande capacidade dessas pastagens para se adequar a estrutura em função das distintas intensidades de pastejo, alterando a composição de espécies e a funcionalidade da espécie dominante. Deve-se levar em consideração também que a dominância competitiva é um fator chave na regulação da diversidade de plantas em ecossistemas produtivos (SCHULTZ et al., 2011), e que o pastejo pode ser usado como uma ferramenta prática para manter ou até mesmo aumentar a diversidade de espécies vegetais (LEZAMA et al., 2014). Nesse sentido conclui-se que as pastagens naturais com predomínio de capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees) possuem elevada capacidade de se ajustar a diferentes intensidades de pastejo, pois além da alteração na composição das espécies, ocorre ajuste na funcionalidade da espécie dominante, promovendo acúmulo de forragem similar em uma ampla variação na estrutura do pasto.

5.5 IMPLICAÇÕES

O produtor tem uma grande margem de segurança na tomada de decisões em relação ao manejo de pastagens naturais dominadas por capim-caninha, que não apresentou diferença no acúmulo de forragem devido à grande resistência que essas pastagens possuem, consequência da dinâmica das espécies na comunidade de plantas. Além disso, o uso da altura como critério para manejar as pastagens naturais caracteriza-se como uma ferramenta bastante prática e que auxilia na manipulação do estoque de forragem de acordo com o crescimento do pasto e a demanda dos animais.

O manejo da altura é um artifício interessante como direcionador da composição de espécies, onde menores alturas de manejo favorecem espécies mais prostradas e reduz a dominância de espécies de maior porte, neste caso, do *Andropogon lateralis*; por outro lado, maiores alturas favorecem a dominância das espécies de maior porte, mais adaptadas em termos de competição por luz.

As alturas utilizadas não modificaram o acúmulo de forragem anual, mas, na menor altura de manejo, a produção foi melhor distribuída ao longo da estação de crescimento, além de reduzir a dominância do capim-caninha, o que favoreceria o incremento da qualidade da forragem e da diversidade de espécies.

5.6 REFERÊNCIAS

- ADLER, P.; RAFF, D.; LAUENROTH, W. The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. **Oecologia**, v. 128, n. 4, p. 465–479, 2001.
- ALHAMAD, M. N.; ALRABABAH, M. A. Defoliation and competition effects in a productivity gradient for a semiarid Mediterranean annual grassland community. **Basic and Applied Ecology**, v. 9, n. 3, p. 224–232, 2008.
- ALLEN, V. G. et al. An international terminology for grazing lands and grazing animals. **Grass and Forage Science**, v. 66, n. 1, p. 2–28, 2011.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ALTESOR, A. et al. Effect of grazing on community structure and productivity of a Uruguayan grassland. **Plant Ecology**, v. 179, n. 1, p. 83–91, 2005.
- ANDRADE, B. O. et al. Classification of South Brazilian grasslands: implications for conservation. **Applied Vegetation Science**, 2018.
- ANDUEZA, D. et al. Relationships between botanical composition, yield and forage quality of permanent grasslands over the first growth cycle. **Grass and Forage Science**, v. 71, n. 3, p. 47–70, 2015.
- ANSQUER, P. et al. Functional traits as indicators of fodder provision over a short time scale in species-rich grasslands. **Annals of Botany**, v. 103, p. 117–126, 2009.
- BAEZA, S.; PARUELO, J. M. Spatial and temporal variation of human appropriation of net primary production in the Rio de la Plata grasslands. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 145, p. 238–249, 2018.
- BARBIERI, C. W. et al. Sward structural characteristics and performance of beef heifers reared under rotational grazing management on Campos grassland. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, p. 1020–1029, 2014.
- BARTHRAM, G. T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: **The Hill Farming Research Organization Biennial Report 1984/1985**. Penicuik: HFRO, 1985. p. 29–30.
- BATES, D. et al. Fitting linear mixed-effects models using lme4. **Journal of Statistical Software**, v. 67, n. 1, p. 1–48, 2015.
- BENVENUTTI, M. A. et al. Defoliation patterns and their implications for the management of vegetative tropical pastures to control intake and diet quality by cattle. **Grass and Forage Science**, v. 71, n. 3, p. 424–436, 2015.

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**, v. 38, p. 323–331, 1983.

BOLDRINI, I. I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**, 2009. p. 63–77.

BORER, E. T. et al. Herbivores and nutrients control grassland plant diversity via light limitation. **Nature**, v. 508, n. 7497, p. 517–20, 2014.

BRISKE, D. D.; ANDERSON, V. J. Competitive ability of the bunchgrass *Schizachyrium scoparium* as affected by grazing history and defoliation. **Vegetatio**, v. 103, n. 1, p. 41–49, 1992.

CANGIANO, C. A. et al. Effect of liveweight and pasture height on cattle bite dimensions during progressive defoliation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 53, p. 541–549, 2002.

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

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

DA TRINDADE, J. K. et al. Daily forage intake by cattle on natural grassland: Response to forage allowance and sward structure. **Rangeland Ecology and Management**, v. 69, n. 1, p. 59–67, 2016.

DUMONT, B. et al. Effect of cattle grazing a species-rich mountain pasture under different stocking rates on the dynamics of diet selection and sward structure. **Animal**, v. 1, n. 7, p. 1042–1052, 2007.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306p.

FEDRIGO, J. K. et al. Temporary grazing exclusion promotes rapid recovery of species richness and productivity in a long-term overgrazed Campos grassland. **Restoration Ecology**, p. 1–9, 2017.

FENG, C. et al. High plant diversity stimulates foraging motivation in grazing herbivores. **Basic and Applied Ecology**, v. 17, n. 1, p. 43–51, 2016.

GONÇALVES, E. N. et al. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: Processo de ingestão de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1655–1662, 2009.

HAYDOCK, K. P.; SHAW, N. H. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 15, n. 76, p. 663–670, 1975.

- HIRATA, M. Quantifying spatial heterogeneity in herbage mass and consumption in pastures. **Journal of Range Management**, v. 53, n. 3, p. 315–321, 2000.
- IBGE. –Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro. 2006. 777 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf>. Acesso realizado em: 25 de abril de 2018.
- IGANCI, J. R. V et al. Campos de Cima da Serra: The Brazilian Subtropical Highland Grasslands show an unexpected level of plant endemism. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 167, n. 4, p. 378–393, 2011.
- LEZAMA, F. et al. Variation of grazing-induced vegetation changes across a large-scale productivity gradient. **Journal of Vegetation Science**, v. 25, n. 1, p. 8–21, 2014.
- LIANCOURT, P. D.; VIARD-CRÉTAT, F.; MICHALET, R. Contrasting community responses to fertilization and the role of the competitive ability of dominant species. **Journal of Vegetation Science**, v. 20, n. 1, p. 138–147, 2009.
- MAPBIOMAS. **Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil**. 2017. Disponível em: <<http://mapbiomas.org/map#coverage>>. Acesso em: 18 out. 2018.
- MAVRONIHALIS, J. A. et al. Manipulating livestock grazing to enhance native plant diversity and cover in native grasslands. **Rangeland Journal**, v. 35, n. 1, p. 95–108, 2013.
- MCGRANAHAN, D. A. et al. Moderate patchiness optimizes heterogeneity, stability, and beta diversity in mesic grassland. **Ecology and Evolution**, v. 8, n. 10, p. 5008–5015, 2018.
- MEZZALIRA, J. C. et al. Produção animal e vegetal em pastagem nativa manejada sob diferentes ofertas de forragem por bovinos. **Ciência Rural**, v. 42, p. 1264–1270, 2012.
- MOOJEN, E. L.; MARASCHIN, G. E. Potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a níveis de oferta de forragem. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p. 127–132, 2002.
- NEVES, F. P. et al. Caracterização da estrutura da vegetação numa pastagem natural do Bioma Pampa submetida a diferentes estratégias de manejo da oferta de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1685–1694, 2009.
- PARSONS, A. J. et al. The physiology of grass production under grazing. I. Characteristics of leaf and canopy photosynthesis of continuously-grazed swards. **Journal of Applied Ecology**, v. 20, n. 1, p. 127–139, 1983.
- PARSONS, A. J.; JOHNSON, I. R.; WILLIAMS, J. H. H. Leaf age structure and canopy photosynthesis in rotationally and continuously grazed swards. **Grass and Forage Science**, v. 43, n. 1, p. 1–14, 1988.
- PIZZIO, R. et al. Impact of stocking rate on species diversity and composition of a subtropical grassland in Argentina. **Applied Vegetation Science**, v. 19, p. 454–461, 2016.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2017. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>. Acesso realizado em: 12 de junho de 2018.

SBRISIA, A. F. et al. Defoliation strategies in pastures submitted to intermittent stocking method: Underlying mechanisms buffering forage accumulation over a range of grazing heights. **Crop Science**, v. 58, p. 1-10, 2018.

SCHELLBERG, J.; PONTES, L. DA S. Plant functional traits and nutrient gradients on grassland. **Grass and Forage Science**, v. 67, n. 3, p. 305–319, 2012.

SCHULTZ, N. L.; MORGAN, J. W.; LUNT, I. D. Effects of grazing exclusion on plant species richness and phytomass accumulation vary across a regional productivity gradient. **Journal of Vegetation Science**, v. 22, p. 130–142, 2011.

SILVA, J. C. **Comprendendo os fluxos de biomassa de Andropogon lateralis e Paspalum notatum em um campo nativo heterogêneo**. 2018. 111f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Porto Alegre, 2018.

SHEEHY, J. E.; COOPER, J. P. Light interception, photosynthetic activity, and crop growth rate in canopies of six temperate forage grasses. **Journal of Applied Ecology**, v. 10, n. 1, p. 239–250, 1973.

SOARES, A. B. et al. Produção animal e de forragem em pastagem nativa submetida a distintas ofertas de forragem. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p. 1148–1154, 2005.

VERMEIRE, L. T.; STRONG, D. J.; WATERMAN, R. C. Grazing history effects on rangeland biomass, cover and diversity responses to fire and grazing utilization. **Rangeland Ecology and Management**, v. 71, n. 6, p. 770–775, 2018.

WHEELER, J. L. The choice of fixed or variable stocking rates in grazing experiments. **Experimental Agriculture**, v. 9, p. 289–302, 1973.

ZANINI, G. D. et al. Distribuição de colmo na estrutura vertical de pastos de capim Aruana e azevém anual submetidos a pastejo intermitente por ovinos. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 882–887, 2012.

6 DINÂMICA VEGETACIONAL DE UMA PASTAGEM NATURAL COM PREDOMÍNIO DE *ANDROPOGON LATERALIS* NEES SUBMETIDA A DIFERENTES ALTURAS DE MANEJO EM LOTAÇÃO INTERMITENTE

RESUMO

O capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees) é uma espécie comumente encontrada no Sul da América do Sul e tem grande importância ecológica por ser dominante em muitos campos dessa região. O objetivo deste estudo foi verificar o efeito de diferentes alturas de manejo na dinâmica vegetacional de uma pastagem natural com predomínio de capim-caninha. Os tratamentos foram compostos por quatro alturas de manejo em lotação intermitente, 12, 20, 28 e 36 cm, com base na espécie predominante, e rebaixamento de 40% da altura de entrada. O delineamento foi em blocos ao acaso com quatro repetições. O percentual de cobertura do capim-caninha foi estimado a partir de quatro transectas de 25 m por parcela, e ao longo destas foram marcadas 12 touceiras para acompanhar a dinâmica ocupacional por dois anos consecutivos. A composição de espécies foi estimada de acordo com o método Botanal, em 16 quadros fixos por parcela. Foram catalogadas 86 espécies distribuídas em 20 famílias. Mais de 90% da massa foi representada por apenas 10 espécies, sendo o capim-caninha a principal (65% da massa). O percentual de cobertura do capim-caninha aumentou com o incremento em altura, consequência do maior volume de touceiras. Houve redução no volume e distância média entre touceiras para os manejos de menor altura, com redução na dominância do capim-caninha e aumento da riqueza e diversidade de espécies. Foi observada relação linear positiva da heterogeneidade estrutural com a mudança na riqueza de espécies, com aumento no número de espécies associado à manejos de menor altura. O capim-caninha possui grande habilidade em se adaptar a diferentes condições de manejo, pois se associa aos manejos de 20 a 36 cm, distanciando-se apenas do manejo de 12 cm. A redução da dominância do capim-caninha e promoção de heterogeneidade estrutural permite maior riqueza e diversidade de espécies em pastagens naturais.

Palavras-chave: Competição, diversidade de espécies, dominância, estratégias de manejo, hábito de crescimento

6.1 INTRODUÇÃO

As pastagens naturais ocupam cerca de 40 % da superfície do planeta (GIBSON, 2009). Estas pastagens compreendem ecossistemas bastante complexos, diversos e multifuncionais, com inestimável importância ambiental. No Sul do Brasil, as pastagens naturais ocorrem no bioma Pampa, que cobre a metade sul do estado do Rio Grande do Sul, e partes do bioma da Mata Atlântica, em regiões altas do norte do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e locais isolados do Paraná, considerados como encraves na Mata de Araucárias (BOLDRINI, 2009).

Os Campos de Altitude possuem uma elevada diversidade florística. Em estudo realizado por Boldrini et al. (2009), foram identificados 1,161 táxons, dos quais 107 eram endêmicos da região, 76 encontravam-se na lista de espécies ameaçadas do Rio Grande do Sul e 4 espécies naquela ocasião eram novas para a ciência. Na família das *Poaceae* e *Fabaceae*, que são de interesse forrageiro, foram catalogadas 231 e 101 espécies respectivamente. Iganci et al. (2011) encontraram um inesperado nível de endemismo na região (241 espécies), pois esta é uma zona de transição de vegetação tropical-temperada com nichos ecológicos distintos.

Uma das fisionomias frequente nos campos de altitude é caracterizada pelo predomínio de capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees), uma espécie perene com produção de forragem concentrada na primavera e verão, de hábito de crescimento ereto e formação de touceiras (BENITEZ e FERNANDEZ, 1970; HERVE e VALLS, 1980; ZANIN e LONGHI-WAGNER, 2011). Ademais, em uma abordagem baseada nos atributos foliares para caracterizar grupos funcionais de espécies nativas, Cruz et al. (2010) classificaram o capim-caninha como uma espécie de elevada plasticidade fenotípica, pois encontra-se nos tipos B ou C (mais competidor ou mais conservador, respectivamente), dependendo da condição de ambiente e manejo. Portanto, a intensidade de pastejo, ao alterar a estrutura do pasto, não implica necessariamente em alteração na participação de capim-caninha, uma vez que este tem capacidade de se adaptar a diferentes manejos.

De acordo com Grime (1979), o distúrbio, que pode ser causado pela remoção de partes de plantas, cria oportunidade para novas plantas se estabelecerem. Nesse sentido, a hipótese de distúrbio intermediário, que foi inicialmente proposta por Connell (1978) para explicar a coexistência de espécies sob distúrbios em sistemas marinhos e, posteriormente estudada por uma série de pesquisadores em outros sistemas, pode ajudar a explicar a coexistência e os processos competitivos em pastagens naturais. De maneira geral, entende-se que algumas espécies são altamente competitivas e dominam em baixos níveis de perturbação, por outro lado, poucas espécies são capazes de tolerar altos níveis de perturbação (GIBSON, 2009).

A dominância afeta o número de espécies coexistentes de duas maneiras distintas: 1) Mudanças na dominância alteram a relação espécie-área (GREEN e OSTLING, 2003; FEDRIGO et al., 2017). Neste sentido, existe uma maior probabilidade de encontrar maior riqueza de espécies em uma área definida se a frequência das espécies é mais equitativa. 2) A uniformidade da composição de espécies modula a eficiência de uso dos fatores abióticos e bióticos na riqueza de espécies. Em uma meta-análise de experimentos com adubação e herbivoria, Hillebrand et al. (2007) reporta que a equitatividade na composição da comunidade destacou-se como a mais importante variável mediadora dos efeitos na riqueza de espécies. Em alta dominância, o incremento da intensidade de pastejo aumentou a riqueza de espécies, e nas comunidades com baixa dominância o incremento da intensidade de pastejo pode causar a diminuição da riqueza de espécies (HILLEBRAND et al., 2008). Portanto, é interessante buscar estratégias de manejo que reduzam a dominância, neste caso, do capim-caninha, para que não haja prejuízos à diversidade de plantas e consequentemente prestação de serviços ecossistêmicos, como por exemplo fixação de carbono e retenção de água no solo. Tem-se como hipótese que intensidades de distúrbio intermediárias reduzem a dominância e promovem maior riqueza/diversidade de espécies em pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees manejada sob lotação intermitente. Dentro desse contexto, o objetivo desse estudo foi verificar o efeito de diferentes alturas de manejo na dinâmica da vegetação em pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees manejada sob lotação intermitente.

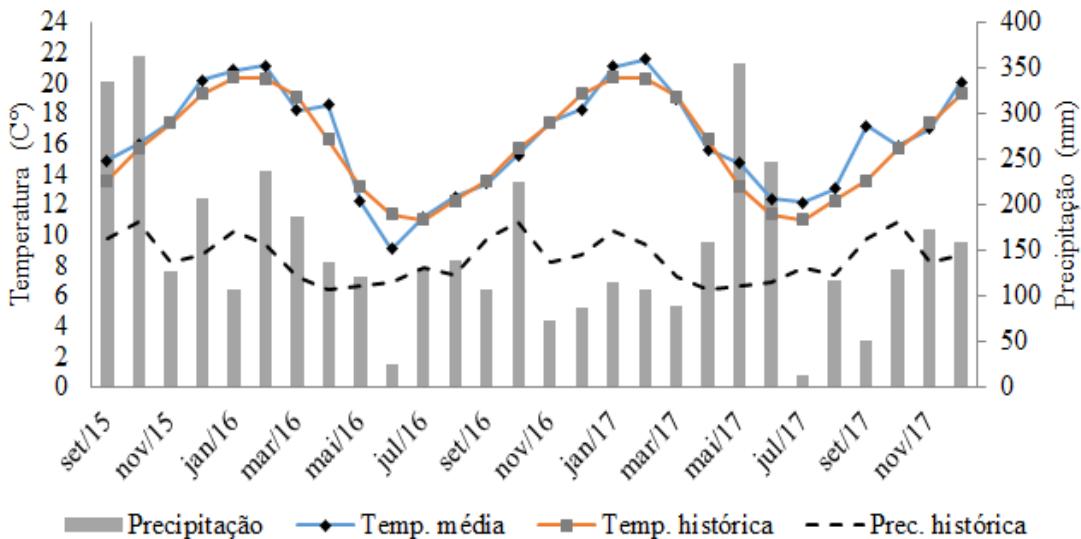
6.2 MATERIAIS E MÉTODOS

6.2.1 Área, delineamento experimental e manejo

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Lages (EEL), pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), localizada no município de Lages, Santa Catarina, Brasil, na latitude 27° 47' 55" Sul e longitude 50° 19' 25" Oeste a 922 m de altitude e média de 1668 mm de precipitação anual. O clima é do tipo mesotérmico úmido (Cfb) de acordo com a classificação de Köppen, com invernos rigorosos, verões amenos e chuvas bem distribuídas ao longo do ano (ALVARES et al., 2013). O relevo da área experimental é levemente ondulado e solo classificado como Cambissolo Húmico Alumínico Háplico de acordo com classificação da EMBRAPA (2006). Os parâmetros de fertilidade do solo na camada de 0-10 cm de profundidade indicaram: pH (SMP) = 4.8, P = 3.4 mg L⁻¹, K = 114 mg L⁻¹, OM = 5%, Al = 3.1 cmol_c L⁻¹, Ca = 4.3 cmol_c L⁻¹ e Mg = 2.1 cmol_c L⁻¹

¹. Os dados climáticos do período experimental e média histórica foram obtidos da Epagri/Ciram (Estação de Lages) localizada a 500 m da área do estudo (Figura 8).

Figura 8 - Temperatura e precipitação do período experimental e médias históricas dos últimos 58 anos, referentes à Estação Experimental de Lages (Epagri/Ciram).



Fonte: próprio autor

A área experimental consiste em uma pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees (capim-caninha), sem nenhum histórico, nos últimos 30 anos, de ação antrópica em termos de fertilização do solo, queimadas e introdução de espécies. Os pastejos eram eventuais, dependendo das necessidades do rebanho da estação experimental, e não seguiam nenhum critério específico de manejo. A área possui 14.000 m² e foi dividida em 16 piquetes de 875 m² cada, todos providos de bebedouro e cocho de sal no corredor central.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por quatro alturas de manejo, 12, 20, 28 e 36 cm, medidas na espécie predominante (capim-caninha), como critério de entrada dos animais. O método de pastejo utilizado foi de lotação intermitente, conforme definido por Allen et al. (2011), com intervalos de descanso irregulares (determinados pela altura de entrada). O critério de retirada dos animais foi definido pela redução de 40% da altura de entrada, com alturas de 7,2, 12, 16,8 e 21,6 cm, respectivamente. Essa severidade permite que os animais selecionem quase que exclusivamente folha, uma vez que 90% de todo componente colmo se concentra na metade inferior do dossel (ZANINI et al., 2012).

Um pastejo de homogeneização foi realizado no início da estação de crescimento, com início em 19/08/2015 e um período de ocupação de 3 dias, atingindo uma altura média de 11,7

cm. Durante o período experimental foram utilizadas vacas secas da raça Flamenga (Rouge Flamande), com peso médio de 613 ± 92 kg. A carga animal foi ajustada para atingir a meta de rebaixamento (40% da altura de entrada) em dois a três dias de ocupação. A carga instantânea média do período experimental foi de aproximadamente 2091 kg de peso vivo ha^{-1} dia $^{-1}$.

6.2.2 Altura do dossel forrageiro

A altura do pasto foi monitorada semanalmente com uso de régua do tipo *sward stick*, de acordo com metodologia proposta por Barthram (1985), sistematicamente em quatro linhas de avaliação (40 pontos por parcela) medidas no capim-caninha. Também foram realizadas mensurações no estrato baixo (entre touceiras), seguindo a mesma metodologia, porém, em 20 pontos por parcela. Quando a média de cada parcela atingia a altura referente aos tratamentos (12, 20, 28 e 36 cm), os animais eram conduzidos às parcelas para iniciar o processo de pastejo. A altura foi monitorada durante o pastejo e quando alcançava o rebaixamento de 40% da altura de entrada (7,2, 12, 16,8 e 21,6 cm, respectivamente), os animais eram retirados das parcelas e registradas as alturas pós-pastejo (resíduo) do capim-caninha e do estrato baixo, seguindo a mesma metodologia de avaliação.

6.2.3 Percentual de cobertura do capim-caninha

O percentual de cobertura e a dinâmica das touceiras do capim-caninha foram avaliados na condição de pré-pastejo no início e final das estações de crescimento (primavera e outono, respectivamente) durante dois anos consecutivos. A primeira avaliação ocorreu em outubro/novembro de 2015, caracterizada como avaliação inicial por não haver ainda efeito de tratamento. Para avaliar o percentual de cobertura do capim-caninha foram fixadas quatro transecções de 25 m cada (100 m por parcela) onde as touceiras e os “gaps” (espaços entre touceiras ou grupo de touceiras) foram mensurados com uso de fita métrica, de acordo com metodologia de Williams (1992). Doze touceiras ao longo das quatro transectas foram demarcadas para acompanhar as mudanças em termos de circunferência de base, altura e diâmetro de projeção de copa, possibilitando o cálculo do volume das touceiras, conforme descrito por Derner et al. (2012):

$$[V = 1/3 \Pi h (r^2 + rR + R^2)]$$

Também foi mensurada a distância média entre touceiras, tendo o indivíduo mensurado (touceira) como referência e verificadas as distâncias das touceiras mais próximas em cada quadrante, de acordo com o método dos pontos quadrante (MUELLER-DOMBOIS e

ELLENBERG, 1974), permitindo assim uma melhor estimativa da ocupação do espaço pelo capim-caninha.

6.2.4 Composição florística

As avaliações de composição florística foram realizadas no início e final das estações de crescimento, na condição de pré-pastejo, com objetivo de facilitar a identificação das espécies de florescimento primaveril e outonal (espécies hibernais e estivais, respectivamente) durante dois anos consecutivos. Foram alocadas quatro molduras de 0,25 m² (0,5 x 0,5 m) no centro das parcelas, nas mesmas transectas usadas nas avaliações de touceiras, em um total de 16 amostras por parcela (unidade amostra). As áreas amostrais foram demarcadas com estacas e a cada nova avaliação se retornava às mesmas áreas com o intuito de verificar mudanças na comunidade de plantas. O método utilizado foi o Botanal (TOTHILL et al., 1992), que obtém uma relação da composição das espécies presentes com a participação destas na massa de forragem. Para cada amostra se atribuiu um “rank” de acordo com a participação das espécies mais frequentes na massa de forragem. Posteriormente, se identificava as demais espécies presentes no interior das molduras e se atribuía a estas um percentual simbólico (1%), já que não contribuem de forma significativa na massa de forragem. A massa de forragem foi obtida por meio de estimativa visual, a qual foi corrigida por cortes de massa de forragem (kg MS ha⁻¹ estimada por kg MS⁻¹ obtida nos cortes) realizadas a cada período de avaliação em áreas adjacentes às avaliadas. Para cada amostra foram registradas cinco leituras de altura do pasto com uso de régua do tipo *sward stick* (BARTHRAM, 1985).

6.2.5 Índices da comunidade vegetal e heterogeneidade

Os índices da comunidade vegetal foram calculados utilizando-se os pacotes “vegan” e “BiodiversityR”, do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2017). A curva de acúmulo de espécies foi gerada com uso da ferramenta “specaccum” do pacote “vegan”, e foram corrigidas com base na primeira avaliação. O índice de consistência da posição relativa (Cr) refere-se à variação das espécies em relação aos tratamentos nas últimas duas avaliações, e foi calculado de acordo com Watkins e Wilson (1994). A riqueza foi estimada por contagem (número de espécies), e a diversidade (índice de Shannon – H') e dominância (1-índice de Simpson*100) foram estimados pela proporção das espécies na massa de forragem. A heterogeneidade estrutural foi calculada com base nas amostras do Botanal, expressa em percentual da variação em torno da média da altura (CV% da altura). A relação entre a mudança na riqueza de espécies, que é a diferença no número de espécies da 1^a para a 3^a primavera (2 anos após a aplicação dos

tratamentos) e heterogeneidade estrutural da 3^a primavera foi calculada em nível de parcela (16 quadros - 4 m²).

6.2.6 Análise estatística dos dados

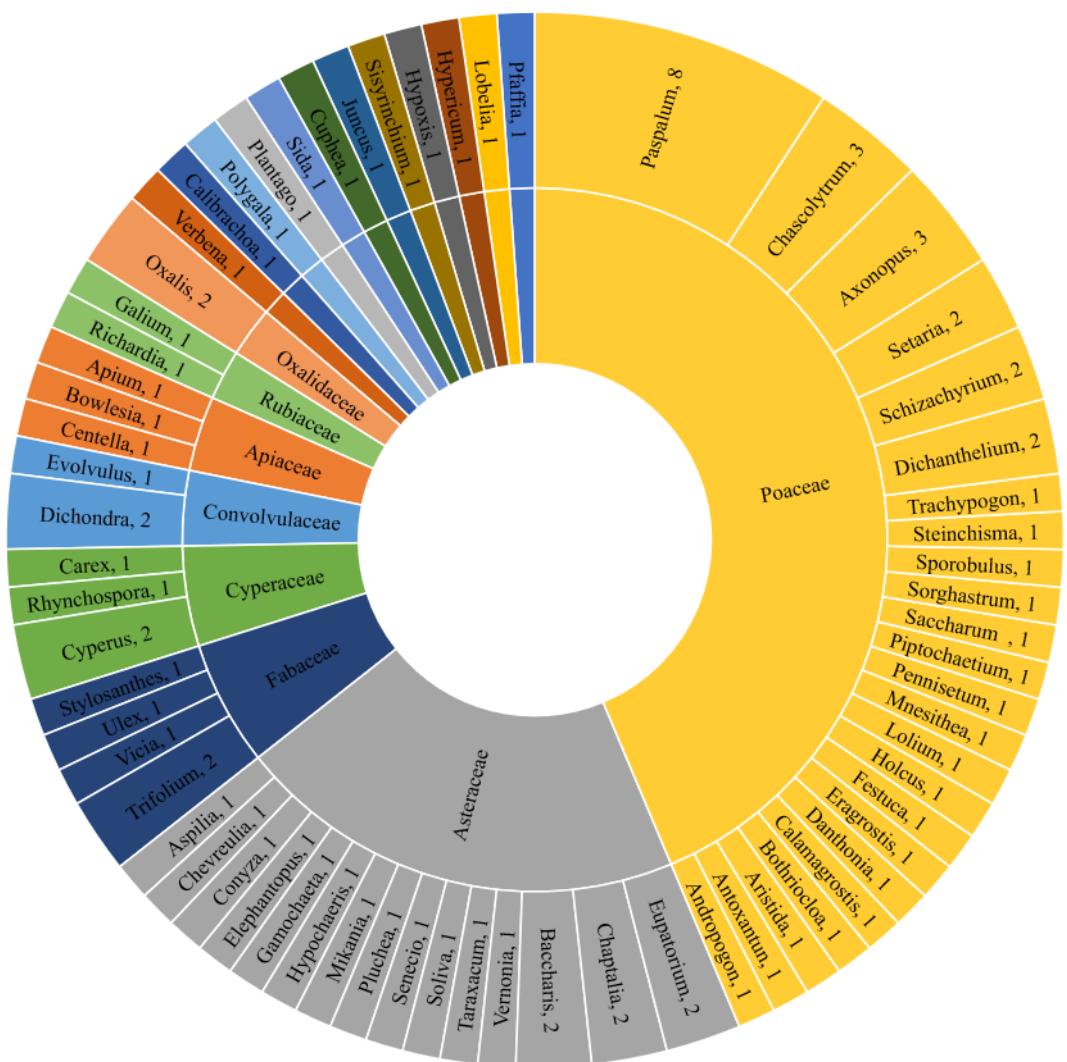
Os dados foram analisados por meio do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2017). Foram verificados a normalidade dos resíduos e a homogeneidade de variância, e caso não atingidas essas premissas, realizadas transformações e/ou excluídos *outliers*. A análise de variância foi realizada utilizando-se modelos mistos do pacote lmr4 (BATES et al., 2015). Foram considerados como efeitos fixos os blocos, alturas de manejo e épocas de avaliação, e como efeito aleatório as parcelas (combinação de bloco com tratamento). Os modelos foram selecionados seguindo o critério de informações de Akaike (AIC), com estruturas da matriz de variância e covariância que mais se adequava a cada variável. Para a cobertura e dinâmica das touceiras do capim-caninha, assim como para os índices da vegetação, foi utilizada a primeira avaliação como covariável no modelo estatístico. As médias dos efeitos significativos ($p < 0,05$) foram comparadas pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância. Foi realizada análise de regressão entre riqueza de espécies e heterogeneidade estrutural pelo procedimento lm (linear model), também ao nível de 5% de significância. A análise de coordenadas principais (PCoA) foi realizada por meio da ferramenta “vegdist” do pacote “vegan”, utilizando o método Bray–Curtis, com construção de elipses para os tratamentos e ordenação para riqueza de espécies e heterogeneidade estrutural em nível de parcela (4m²).

6.3 RESULTADOS

6.3.1 Composição florística e curva de acúmulo de espécies

Nas avaliações de composição florística foram catalogadas um total de 87 espécies distribuídas em 20 famílias (Figura 9), com maior número de espécies para a família das Poaceae, representada por 24 gêneros e 38 espécies, seguida da família Asteraceae, com 15 gêneros e 18 espécies. Na família Fabaceae foram catalogadas cinco espécies e Cyperaceae quatro espécies, representadas por quatro e três gêneros, respectivamente. As famílias Apiaceae e Convolvulaceae foram representadas por três espécies, Oxalidaceae e Rubiaceae por duas espécies, e as demais famílias por uma espécie cada. A lista completa das espécies catalogadas e a classificação em família e gênero está representada na Tabela 7 (ANEXO).

Figura 9 - Dendrograma referente ao número de espécies em seus respectivos gêneros e famílias em uma pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees manejada sob lotação intermitente.



Fonte: próprio autor

O capim-caninha representou em média 65% da composição dos pastos. Mais de 90% da massa de forragem foi composta por apenas 10 espécies (Tabela 4), das quais 9 eram gramíneas e uma leguminosa (*Ulex europaeus*), a qual é caracterizada como espécie naturalizada, pois tem origem no continente europeu, e considerada também como invasora, por ser indesejada nas pastagens, de porte arbustivo e presença de espinhos. Duas das gramíneas de maior importância são do grupo fisiológico C3 (*Anthoxanthum odoratum* e *Piptochaetium montevidense*) e as demais são C4, sendo *A. odoratum* também uma espécie naturalizada. O restante das espécies representa menos que 1% na massa total de forragem.

Tabela 4 – Índice de consistência da posição relativa (Cr) e proporção das espécies (%) na massa de forragem média das duas últimas avaliações (outono e primavera de 2017) em uma pastagem natural com predomínio de capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees) manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente.

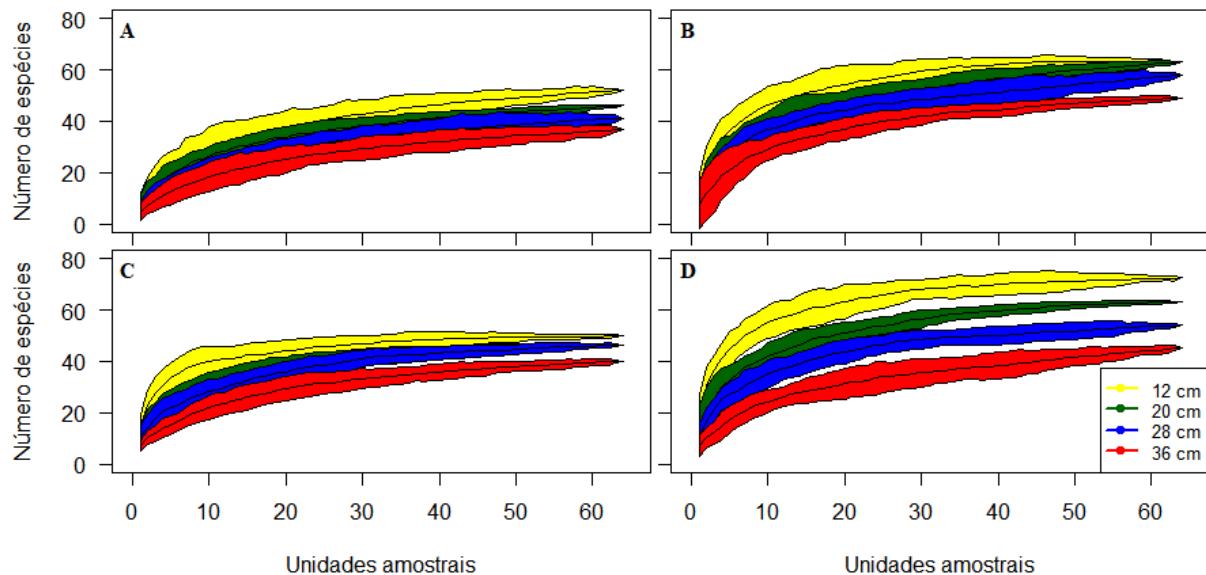
Espécies	Cr	Altura de manejo				Média
		12 cm	20 cm	28 cm	36 cm	
<i>Andropogon lateralis</i>	0,95	[44,1]	[67,7]	[73,3]	[74,7]	65,0
<i>Paspalum notatum</i>	-0,03	[16,3]	[5,3]	[4,0]	[1,7]	6,8
<i>Axonopus compressus</i>	-0,68	[9,2]	[4,7]	[2,3]	[3,6]	5,0
<i>Anthoxanthum odoratum</i> *	-0,77	[4,0]	[2,5]	[3,9]	[4,1]	3,6
<i>Axonopus affinis</i>	-0,48	[7,5]	2,2	1,4	0,1	2,8
<i>Paspalum plicatulum</i>	-0,88	3,9	1,6	1,9	1,3	2,2
<i>Piptochaetium montevidense</i>	-0,94	1,3	2,0	[2,7]	0,9	1,7
<i>Erianthus angustifolius</i>	-0,79	0,0	1,0	0,0	[5,7]	1,7
<i>Ulex europaeus</i> *	-0,95	0,6	[3,1]	0,4	0,7	1,2
<i>Paspalum dilatatum</i>	-0,98	0,5	1,8	1,0	0,6	1,0
Soma		87,4	91,9	90,9	93,4	~91%
Material morto	0,53	2,5	14,7	17,9	20,8	14,0

O percentual das espécies mais importantes foi calculado excluindo-se o componente material morto, entretanto, como havia uma proporção considerável deste na massa de forragem, também se calculou o percentual e o Cr deste componente com base na massa de forragem total. *Espécies exóticas. Entre colchetes encontram-se as cinco espécies mais importantes em cada altura de manejo. Fonte: próprio autor

O componente material morto (MM) apresentou uma expressiva participação na massa de forragem, em especial nos manejos de maior altura, chegando a 1/5 da massa de forragem no manejo de 36 cm de altura (20,8%).

As curvas de acúmulo de espécies diferiram em relação à época de avaliação e alturas de manejo (Figura 10). Verificou-se maior distanciamento entre as curvas na primavera de 2017, dois anos após a aplicação dos tratamentos. Também foi possível verificar por meio das curvas de acumulação que o número de espécies foi maior na primavera em relação ao outono, e em maior número de espécies nos manejos de menor altura, especialmente na última estação (Primavera de 2017).

Figura 10 - Curvas de acumulação de espécies em uma pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente. As épocas de avaliação referem-se à: outono de 2016 (A), primavera de 2016 (B), outono de 2017 (C) e primavera de 2017 (D). Cada unidade amostral representa uma área de 0,25 m² (0,5 x 0,5 m). O número de espécies pode ser considerado distinto entre as alturas de manejo nos momentos em que não se sobreponham os intervalos de confiança das curvas de acumulação de espécies.



Fonte: próprio autor

6.3.2 Percentual de cobertura e dinâmica de touceiras do capim-caninha

O percentual de cobertura do capim-caninha variou com a interação entre altura de manejo e época de avaliação ($p<0,0001$; Tabela 5).

Tabela 5 - Percentual de cobertura do capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees) em uma pastagem natural manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente.

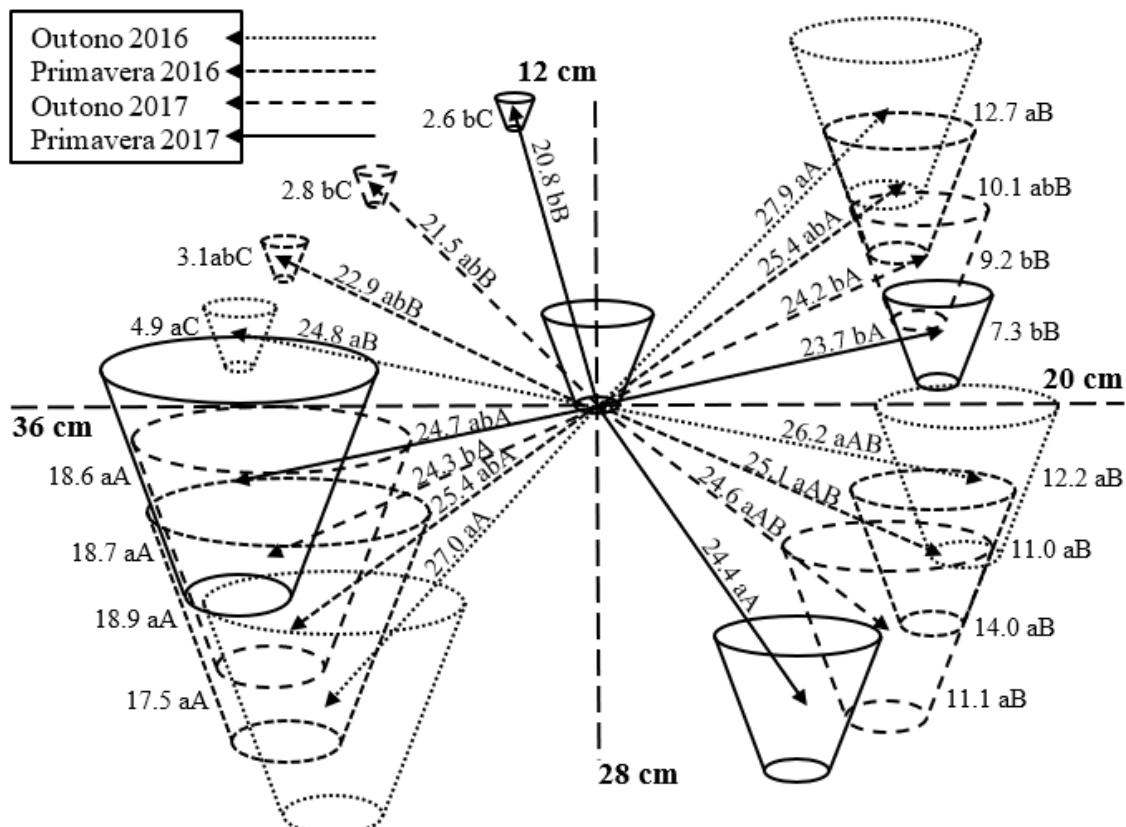
Altura de manejo	Início	1º ano (2016)		2º ano (2017)		EPM*
		Outono	Primavera	Outono	Primavera	
12 cm	43,2	42,1 aC	39,9 aC	42,4 aD	43,6 aD	6,0
20 cm	52,5	66,9 aB	62,7 aB	56,4 bC	54,1 bC	5,6
28 cm	50,2	71,7 aB	66,3 abB	63,8 bB	64,5 bB	6,5
36 cm	46,8	87,1 aA	74,3 bA	74,6 bA	76,9 bA	5,8
EPM		7,5	6,0	7,0	5,7	

*EPM – Erro padrão da média. Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: próprio autor

Apenas seis meses após a aplicação dos tratamentos já foi observado diferença no percentual de cobertura do capim-caninha, com maior valor para o manejo de 36 cm e menor para 12 cm, e valores intermediários para 20 e 28 cm. Essa tendência se manteve nas avaliações subsequentes, porém, com diferença para os manejos de 20 e 28 cm no segundo ano. O percentual de cobertura não variou no manejo de 12 cm, entretanto para os manejos de maior altura, o percentual de cobertura reduziu ao longo das épocas de avaliação, diferindo todos os tratamentos entre si na última estação (Primavera de 2017).

O volume das touceiras variou com a interação entre altura de manejo e época de avaliação ($p=0,0344$). A distância média entre touceiras variou com a altura de manejo ($p<0,0001$) e época de avaliação ($p<0,0001$), conforme representados na Figura 11.

Figura 11 - Dinâmica do volume de ocupação (dm^3) e distância média (cm) de touceiras de *Andropogon lateralis* Nees em uma pastagem natural manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente. Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas comparam as épocas de avaliação para uma mesma altura de manejo, e maiúsculas comparam as alturas de manejo para uma mesma época de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. As touceiras estão representadas pelos cones e as distâncias entre touceiras pelas setas. As épocas de avaliação se diferenciam pelo tipo das linhas.



Fonte: próprio autor

O manejo com base na altura foi determinante do volume das touceiras, com maior volume para o manejo de 36 cm e menor para 12 cm, sendo que não diferiram entre os manejos de 20 e 28 cm. O volume das touceiras reduziu com o passar do tempo para os manejos de menor altura (12 e 20 cm), com menor valor na primavera de 2017. Nos manejos de 28 e 36 cm não foi observado diferença para as épocas de avaliação. A distância média entre touceiras também reduziu com o passar do tempo para os manejos de menor altura, não variou para 28 cm, e para 36 cm foi menor no outono de 2017.

6.3.3 Índices da comunidade vegetal e heterogeneidade

Foi verificado efeito da interação entre altura de manejo e época de avaliação para a riqueza de espécies ($p=0,0011$). Variaram com os efeitos de altura de manejo e época de avaliação: a diversidade de espécies ($p<0,0001$), a dominância ($p<0,0001$ e $p=0,0066$, respectivamente) e a heterogeneidade ($p<0,0001$ e $p=0,0120$, respectivamente) (Tabela 6).

Houve aumento no número de espécies no manejo de 12 cm e redução no manejo de 36 cm, em todas as épocas de avaliação. Nos manejos de 20 e 28 cm foram observados valores intermediários de riqueza de espécies. A maior diferença foi observada na última primavera, dois anos após a implantação dos tratamentos, com uma diferença de 10 espécies da maior para menor altura de manejo (15 e 25 espécies, respectivamente). O número de espécies aumentou com o passar do tempo, exceto para o manejo com 36 cm, que não variou com a época de avaliação.

A diversidade de espécies teve comportamento similar ao da riqueza, com maiores valores para 12 cm e menores em 36 cm, e valores intermediários para 20 e 28 cm. Também foi verificada maior diferença na última primavera, porém, para o manejo de 36 cm foi verificado maior diversidade na primavera do 1º ano, superior ao outono do mesmo ano, e ambos não variaram em relação ao outono e primavera do ano subsequente.

Quando os pastos foram manejados a 12 cm de altura, houve redução na dominância do capim-caninha, com menores valores neste em todas as épocas de avaliação. No outono do 1º ano, assim como para ambas as primaveras, não foi verificada diferença nos manejos de 20 a 36 cm, somente no outono do 2º ano houve uma maior amplitude de variação, com maior dominância em pastos manejados com 28 e 36 cm e menor dominância em pastos manejados com 12 e 20 cm. Os pastos manejados com 20 e 28 cm não diferiram em relação à dominância do capim-caninha. A dominância não variou com a época de avaliação para os manejos de 12 e 28 cm, foi menor na primavera do 1º ano para o manejo de 36 cm e no outono do 2º ano para o manejo de 20 cm de altura.

Tabela 6 - Riqueza (número de espécies m⁻²), diversidade (índice de Shannon - H'), dominância (1 - índice de Simpson*100) e heterogeneidade estrutural (CV% da altura) por metro quadrado (1 m²) de uma pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente durante dois anos de avaliação.

Altura de manejo	1º ano (2016)		2º ano (2017)		EPM*
	Outono	Primavera	Outono	Primavera	
Riqueza (nº de espécies)					
12 cm	17 cA	22 bA	20 bA	25 aA	2,8
20 cm	16 bAB	20 aA	19 abA	22 aAB	3,1
28 cm	15 bAB	20 aA	18 aA	20 aB	2,5
36 cm	14 aB	16 aB	15 aB	15 aC	3,2
EPM	2,5	3,3	2,7	2,9	
Diversidade (Shannon – H')					
12 cm	1,43 bA	1,62 abA	1,61 abA	1,72 aA	0,24
20 cm	1,27 bAB	1,44 aAB	1,49 aAB	1,45 aB	0,18
28 cm	1,20 bAB	1,39 aB	1,33 abBC	1,38 aBC	0,17
36 cm	1,09 bB	1,26 aB	1,13 abC	1,18 abC	0,17
EPM	0,27	0,22	0,22	0,24	
Dominância (1-Simpson*100)					
12 cm	33,7 aB	31,8 aB	31,8 aC	30,9 aB	7,7
20 cm	44,6 aA	39,6 abA	36,8 bBC	41,1 abA	6,9
28 cm	47,2 aA	41,6 aA	42,0 aAB	42,2 aA	7,7
36 cm	49,7 aA	42,4 bA	47,2 abA	45,4 abA	7,6
EPM	9,8	8,0	8,0	9,3	
Heterogeneidade (% CV)					
12 cm	36,0 bA	36,9 bA	43,6 aA	33,8 bA	6,5
20 cm	35,1 aAB	32,2 aAB	41,5 aA	33,4 aA	10,1
28 cm	33,5 aAB	28,0 aB	27,4 aB	27,2 aAB	7,9
36 cm	26,3 aB	26,8 aB	28,5 aB	25,2 aB	5,3
EPM	10,2	8,8	8,1	7,5	

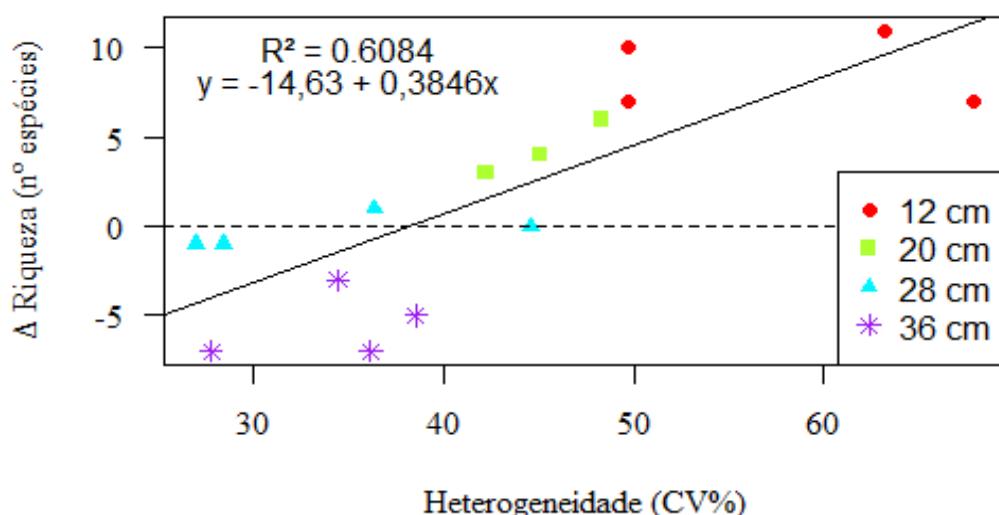
*EPM – Erro padrão da média. Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: próprio autor

Maiores valores de heterogeneidade foram observados em pastos manejados com 12 cm de altura, sendo maior no outono do 2º ano em relação às demais épocas de avaliação. Não foi verificada variação em relação à época de avaliação para os manejos de 20, 28 e 36 cm de altura. No 1º ano de avaliação, não houve diferença na heterogeneidade dos pastos manejados de 20 a 36 cm, e no 2º ano a heterogeneidade foi menor nos manejos de maior altura.

6.3.4 Riqueza de espécies e heterogeneidade estrutural

Foi observado uma relação linear positiva ($p=0,0002$) entre a mudança na riqueza de espécies com a heterogeneidade estrutural (Figura 12).

Figura 12 - Relação ao nível de parcela (4 m^2) entre a mudança na riqueza de espécies (Δ Riqueza) da 1ª para a 3ª primavera com a heterogeneidade estrutural (CV% da altura) do 2º outono em uma pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente.



Fonte: próprio autor

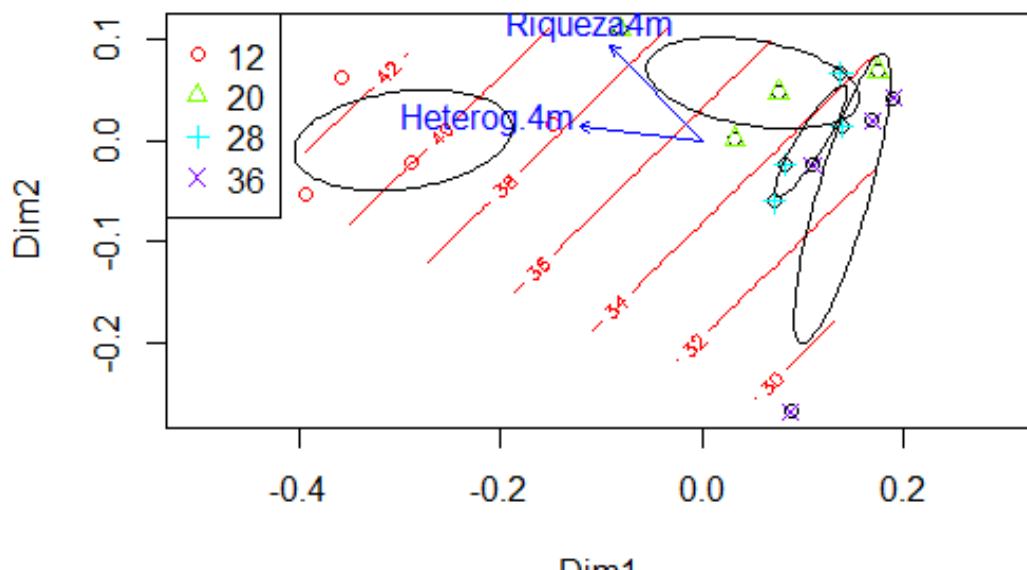
Os pastos manejados a 12 cm de altura apresentaram maior heterogeneidade estrutural em relação aos demais tratamentos, consequência da redução na cobertura de capim-caninha e aumento na proporção de espécies prostradas, como por exemplo, *Paspalum notatum* e *Axonopus compressus* e *affinis*, formando um duplo estrato mais equilibrado.

As espécies que foram identificadas na 3ª primavera e não constavam na 1ª avaliação para manejo de menor altura são na maioria da família Asteraceae (*Baccharis psiadioides*, *Chevreulia sarmentosa*, *Hypochaeris catharinensis*, *Soliva pterosperma*, *Taraxacum officinale*, *Vernonia catharinensis*), algumas gramíneas (*Paspalum pauciciliatum*, *P. maculosum*, *P. pumilum*, *P. urvillei* e *Schizachyrium tenerum*), além de *Apium* sp., *Calibrachoa linoides*,

Pfaffia tuberosa e *Richardia brasiliensis*. Já na maior altura de manejo, as espécies que foram identificadas na primeira avaliação que não constavam na última foram na maioria gramíneas (*Bothriocloa laguroides*, *Eragrostis airoides*, *Paspalum maculosum*, *Paspalum pumilum*, *Paspalum umbrosum*, *Pennisetum clandestinum*), seguidas das Asteraceae (*Chaptalia exscapa*, *Conyza bonariensis*, *Pluchea quitoc*, *Senecio brasiliensis*) e outras espécies como *Calibrachoa linoides*, *Polygala linoides*, *Richardia brasiliensis*, *Sisyrinchium* sp. e *Trifolium repens*. Algumas espécies foram favorecidas na maior altura de manejo, como as gramíneas *Chascolytrum rufum*, *Danthonia cirrata*, *Festuca arundinacea* e *Paspalum urvillei*; Asteraceae (*Elephantopus mollis*, *Eupatorium reitzii*, *Taraxacum officinale*) e *Plantago major*.

Em análise de coordenadas principais (PCoA), foi verificado um nítido distanciamento do manejo de 12 cm de altura em relação aos demais (Figura 13).

Figura 13 - Análise de coordenadas principais (PCoA) com ordenação para riqueza de espécies e heterogeneidade estrutural a nível de parcela - 4m² (Riqueza4m e Heterog.4m, respectivamente) em uma pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente. Os níveis de graduação referem-se ao número de espécies e as elipses aos tratamentos. Foi utilizado o método de Bray–Curtis, com valor de máxima verossimilhança restrita para riqueza de espécies de 44,63.



Fonte: próprio autor

Foi observado que a maior heterogeneidade estrutural se associou ao manejo de 12 cm, assim como a riqueza de espécies, que também se associou ao manejo de 20 cm, apesar deste ser similar aos manejos de maior altura, conforme se observa pela sobreposição das elipses.

6.4 DISCUSSÃO

Em ambientes complexos, como por exemplo as pastagens naturais, algumas espécies se sobressaem em relação às demais, consideradas como espécies dominantes. Como exemplo, temos o capim-caninha, uma espécie dominante em muitas pastagens nativas do sul da América do Sul (HERVE e VALLS, 1980; HILLEBRAND et al., 2008; ZANIN e LONGHI-WAGNER, 2011), que independente da estratégia de manejo, apresentou maior participação na composição do pasto (entre 40 e 80%; Tabela 4). No presente estudo, verificou-se que o manejo afetou a dominância do capim-caninha, reduzindo sua cobertura em maiores intensidades de pastejo (Tabela 5), além de promover maior riqueza e diversidade de espécies (Tabela 6), corroborando com resultados encontrados por Lezama et al. (2014) e Baer et al. (2016). Zhang et al. (2018) verificaram que independente do sistema adotado, o aumento da intensidade de pastejo promove maior riqueza/diversidade de espécies e, a medida que se reduz a intensidade de pastejo, aumentou a biomassa de plantas daninhas e reduziu a biomassa de gramíneas, cyperaceas e leguminosas. As espécies de maior importância na massa de forragem em nosso estudo foram gramíneas (Tabela 4). De acordo com Alhamad e Alrababah (2008), as gramíneas são mais competitivas que outras espécies herbáceas, de modo que a riqueza de espécies pode ser afetada pelo nível de dominância destas, especialmente quando se trata de espécies formadoras de touceiras, que possuem vantagens em relação à competição por luz (ANGASSA, 2014; MAVROMIHALIS et al., 2013; SCHULTZ et al., 2011). Quanto maior a abundância de espécies dominantes, mais pronunciada é a competição interespecífica (CHANETON e FACELLI, 1991; TOW e LAZENBY, 2001), sendo o pastejo um fator que afeta o padrão de distribuição das espécies no dossel, influenciando, portanto, no processo de competição (BRISKE e HENDRICKSON, 1998).

No presente estudo, observou-se que o capim-caninha apresentou elevado percentual de cobertura na pastagem, principalmente nos manejos de maior altura (Tabela 5), e nestes, a heterogeneidade diminuiu, assim como a riqueza e diversidade de espécies (Tabela 6). A riqueza/diversidade de espécies é otimizada em ambientes heterogêneos, pois estes possuem maior variação das condições de luminosidade, fertilidade, dentre outras que permitem às diferentes espécies se desenvolverem (ADLER et al., 2001; BAER et al., 2016; McGRANAHAN et al., 2018). De acordo com Cid e Brizuela (1998), a intensidade de pastejo tem relação direta com o percentual da área pastejada, promovendo diferentes graus de heterogeneidade. Em pastagens naturais, esse efeito pode ser intensificado, pois há maior

diversidade de espécies e ocorre maior poder de seleção pelos animais em pastejo (BARBIERI et al., 2014; DUMONT et al., 2007; FENG et al., 2016).

A heterogeneidade estrutural é uma variável que responde ao pastejo em curto intervalo de tempo, uma vez que se observou variação já na primeira avaliação após a aplicação dos tratamentos (Tabela 6). Já a alteração em riqueza de espécies foi um processo mais lento, se expressando em maior grau na primavera do 2º ano de avaliações. Pode-se dizer que a abertura do espaço proporcionado pelo pastejo permitiu o aparecimento de novas espécies, e que esse aparecimento aconteceu de forma gradual, pois depende de condições favoráveis, como por exemplo, o banco de sementes no solo ou fluxo gênico por dispersão de sementes ou propágulos vegetativos. Já a competição e supressão de espécies ocorre mais rapidamente que o aparecimento de espécies, pois como pode-se observar no manejo de maior altura, o número de espécies foi reduzido desde o início do experimento (Tabela 6).

O capim-caninha é uma espécie fundamentalmente conservadora de recursos, podendo adquirir característica um pouco mais competitiva (CRUZ et al., 2010), portanto, resistente às condições de stress e distúrbios. Uma evidência dessa resistência é que, mesmo em uma grande amplitude de manejo, houve pouca variação na circunferência de base e consequente distância média entre touceiras (Figura 11), e o que proporcionou maior dominância do capim-caninha foi o aumento em altura e projeção de copa, que promoveu maior volume das touceiras, reduzindo dessa forma, a luminosidade incidente sobre as espécies que compunham o estrato baixo. A distância média entre touceiras reduziu nos manejos de menor altura (Figura 11), que ocorreu devido ao processo de divisão de touceiras, que segundo Wan et al. (2000), pode ocorrer pela morte do centro da touceira seguido de sua fragmentação (*Central dieback*). De acordo com Cipriotti et al. (2005), ocorre segregação funcional em função da distância da touceira em diferentes intensidades de pastejo, e a resposta ocorre de forma distinta a nível de indivíduo e comunidade, que varia de acordo com a posição no mosaico da pastagem. Portanto, manejos que reduzem essa ocupação e permitem maior entrada de luz no dossel favorecem as espécies de menor porte, seja em aumento da participação na massa de forragem ou no aparecimento de novas espécies, que até então não se expressavam por não conseguirem competir e se adaptar à condição de baixa luminosidade.

A redução da dominância e o aumento da riqueza de espécies promovidas com o aumento da intensidade de pastejo ocorrem em paralelo à ausência de resposta em produtividade dos pastos relatado para o mesmo experimento (Artigo 1 - Capítulo 6 nesta tese). Estes resultados concordam com as evidências de relações unimodais de diversidade-produtividade mundialmente reportadas por Fraser et al. (2015), identificando a variabilidade

estrutural da biomassa como o principal fator que controla a diversidade de espécies em comunidades com alta dominância. Segundo Mortensen et al. (2018), pastejos pontuais (estratégicos) em períodos de maior crescimento são suficientes para reduzir a dominância e favorecer a riqueza de espécies. O aumento no número de espécies em manejos de menor altura foi relatado também por Lezama et al. (2014), de modo que o pastejo pode ser usado como uma ferramenta prática para manter ou até mesmo aumentar a diversidade de plantas. Vale destacar que a menor altura de manejo (12 cm) não foi limitante para esse tipo de pastagem, devido à dinâmica das espécies presentes e resistência do capim-caninha, de modo que fica a dúvida se em alturas de manejo ainda menores ocorre redução na diversidade de espécies, pois conforme demonstrado por Pinto (2011), em 4% oferta de forragem, ou seja, uma alta intensidade de distúrbio, há redução na diversidade de espécies.

6.5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISA E MANEJO

O capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees) é uma espécie que se adapta a grande amplitude de manejo, e mesmo em condição de alta intensidade de pastejo, permanece dominante em relação às demais espécies. Manejos que reduzem a dominância do capim-caninha geram maior heterogeneidade estrutural, a qual implica em maior quantidade de nichos para o estabelecimento e sobrevivência de outras espécies.

Em pastagens com predomínio de capim-caninha é aconselhável adotar manejos de média a alta intensidade de pastejo, com alturas não superiores a 20 cm medidas com base no capim-caninha, de modo a prevenir perdas em diversidade florística e, consequentemente, funcionalidade dos pastos.

6.6 REFERÊNCIAS

- ADLER, P.; RAFF, D.; LAUENROTH, W. The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. **Oecologia**, v. 128, n. 4, p. 465–479, 2001.
- ALHAMAD, M. N.; ALRABABAH, M. A. Defoliation and competition effects in a productivity gradient for a semiarid Mediterranean annual grassland community. **Basic and Applied Ecology**, v. 9, n. 3, p. 224–232, 2008.
- ALLEN, V. G. et al. An international terminology for grazing lands and grazing animals. **Grass and Forage Science**, v. 66, n. 1, p. 2–28, 2011.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

- ANGASSA, A. Effects of grazing intensity and bush encroachment on herbaceous species and rangeland condition in Southern Ethiopia. **Land Degradation and Development**, v. 25, n. 5, p. 438–451, 2014.
- BAER, S. G.; BLAIR, J. M.; COLLINS, S. L. Environmental heterogeneity has a weak effect on diversity during community assembly in tallgrass prairie. **Ecological Monographs**, v. 86, n. 1, p. 94–106, 2016.
- BARBIERI, C. W. et al. Sward structural characteristics and performance of beef heifers reared under rotational grazing management on Campos grassland. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, p. 1020–1029, 2014.
- BARTHRAM, G. T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: **The Hill Farming Research Organization Biennial Report 1984/1985**. Penicuik: HFRO, 1985. p. 29–30.
- BATES, D. et al. Fitting linear mixed-effects models using lme4. **Journal of Statistical Software**, v. 67, n. 1, p. 1–48, 2015.
- BENITEZ, C. A.; FERNANDEZ, J. G. **Espécies forrageiras de la pradera natural: Fenología y respuesta a la frequênciam e severidad de corte – *Andropogon lateralis* Nees N.V. “Paja colorada”**. Serie Técnica N° 11. Mercedes-Corrientes (República Argentina): Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1970. 20p.
- BOLDRINI, I. I. **Biodiversidade dos campos do planalto das araucárias**. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. 240p.
- BOLDRINI, I. I. et al. Flora. In: **Biodiversidade dos Campos do Planalto das Araucárias**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente – MMA. 2009. p. 39–94.
- BRISKE, D. D.; HENDRICKSON, J. R. Does selective defoliation mediate competitive interactions in a semiarid savanna? A demographic evaluation. **Journal of Vegetation Science**, v. 9, n. 5, p. 611–622, 1998.
- CIPRIOTTI, P. A. et al. Effects of grazing on patch structure in a semi-arid two-phase vegetation mosaic. **Journal of Vegetation Science**, v. 16, n. 1, p. 57–66, 2005.
- CHANETON, E. J.; FACELLI, J. M. Disturbance effects on plant community diversity: spatial scales and dominance hierarchies. **Vegetatio**, v. 93, n. 2, p. 143–155, maio 1991.
- CID, M. S.; BRIZUELA, M. A. Heterogeneity in tall fescue pastures created and sustained by cattle grazing. **Journal of Range Management**, v. 51, n. 6, p. 644–649, 1998.
- CONNELL, J. H. Diversity in tropical rain forests and coral reefs: High diversity of trees and corals is maintained only in a nonequilibrium state. **Science**, v. 199, p. 1302–1310, 1978.
- CRUZ, P. et al. Leaf traits as functional descriptors of the intensity of continuous grazing in native grasslands in the South of Brazil. **Rangeland Ecology & Management**, v. 63, n. 3, p. 350–358, 2010.
- DERNER, J. D.; BRISKE, D. D.; POLLEY, H. W. Tiller organization within the tussock grass *Schizachyrium scoparium*: a field assessment of competition–cooperation tradeoffs. **Botany**, v. 90, n. 202, p. 669–677, 2012.

DUMONT, B. et al. Effect of cattle grazing a species-rich mountain pasture under different stocking rates on the dynamics of diet selection and sward structure. **Animal**, v. 1, n. 7, p. 1042–1052, 2007.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306p.

FEDRIGO, J. K. et al. Temporary grazing exclusion promotes rapid recovery of species richness and productivity in a long-term overgrazed Campos grassland. **Restoration Ecology**, p. 1–9, 2017.

FENG, C. et al. High plant diversity stimulates foraging motivation in grazing herbivores. **Basic and Applied Ecology**, v. 17, n. 1, p. 43–51, 2016.

FRASER, L. H. et al. Worldwide evidence of a unimodal relationship between productivity and plant species richness. **Science**, v. 350, n. 6265, p. 1177b, 2015.

GIBSON, D. J. **Grasses and Grassland Ecology**. 1. ed. New York: Oxford University Press, 2009. 323p.

GREEN, J. L.; OSTLING, A. Endemics-area relationships: The influence of species dominance and spatial aggregation. **Ecology**, v. 84, n. 11, p. 3090–3097, 2003.

GRIME, J. P. **Plant strategies and vegetation processes**. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester-New York-Brisbane-Toronto, 1979. 222 pp.

HERVE, A. M. B.; VALLS, J. F. M. **O gênero Andropogon L. (Gramineae) no Rio Grande do Sul**. Anuario técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas Francisco Osorio. 7: 317-410. 1980.

HILLEBRAND, H. et al. Consumer versus resource control of producer diversity depends on ecosystem type and producer community structure. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104, n. 26, p. 10904–10909, 2007.

HILLEBRAND, H.; BENNETT, D. M.; CADOTTE, M. W. Consequences of dominance: A review of evenness effects on local and regional ecosystem processes. **Ecology**, v. 89, n. 6, p. 1510–1520, 2008.

IGANCI, J. R. V et al. Campos de Cima da Serra: The Brazilian Subtropical Highland Grasslands show an unexpected level of plant endemism. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 167, n. 4, p. 378–393, 2011.

LEZAMA, F. et al. Variation of grazing-induced vegetation changes across a large-scale productivity gradient. **Journal of Vegetation Science**, v. 25, n. 1, p. 8–21, 2014.

MAVRONIHALIS, J. A. et al. Manipulating livestock grazing to enhance native plant diversity and cover in native grasslands. **Rangeland Journal**, v. 35, n. 1, p. 95–108, 2013.

MCGRANAHAN, D. A. et al. Moderate patchiness optimizes heterogeneity, stability, and beta diversity in mesic grassland. **Ecology and Evolution**, v. 8, n. 10, p. 5008–5015, 2018.

MORTENSEN, B. et al. Herbivores safeguard plant diversity by reducing variability in dominance. **Journal of Ecology**, v. 106, n. 1, p. 101–112, 2018.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, D. Aims and methods of vegetation ecology, In: **Community Sampling: The Relevé Method**, 1974. p. 45-66.

PINTO, C. E. **Diversidade vegetal de pastagem natural submetida a intensidades de pastejo**. 2011. 253f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, 2011.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2017. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>. Acesso realizado em: 12 de junho de 2018.

SCHULTZ, N. L.; MORGAN, J. W.; LUNT, I. D. Effects of grazing exclusion on plant species richness and phytomass accumulation vary across a regional productivity gradient. **Journal of Vegetation Science**, v. 22, p. 130–142, 2011.

TOTHILL, J. C. et al. Botanal – A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. 1. Field sampling. **Tropical Agronomy Technical Memorandum**, v. 78, p. 1-24, 1992.

TOW, P. G.; LAZENBY, A. **Competition and succession in pastures**. Wallingford: CAB International, 2001. 322p.

WAN, C.; SOSEBEE, R. E. Central dieback of the dryland bunchgrass *Eragrostis curvula* (weeping lovegrass) re-examined: The experimental clearance of tussock centres. **Journal of Arid Environments**, v. 46, p. 69–78, 2000.

WATKINS, A. J.; WILSON, J. B. Plant community structure, and its relation to the vertical complexity of communities: dominance/diversity and spatial rank consistency. **Oikos**, v. 70, p. 91–98, 1994.

WILLIAMS, R. J. Gap dynamics in subalpine heathland and grassland vegetation in south-eastern Australia. **Journal of Ecology**, v. 80, n. 2, p. 343–352, 1992.

ZANIN, A.; LONGHI-WAGNER, H. M. Revisão de *Andropogon* (Poaceae - Andropogoneae) para o Brasil. **Rodriguesia**, v. 62, n. 1, p. 171–202, 2011.

ZANINI, G. D. et al. Distribuição de colmo na estrutura vertical de pastos de capim Aruana e azevém anual submetidos a pastejo intermitente por ovinos. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 882–887, 2012.

ZHANG, C. et al. Response of plant functional traits at species and community levels to grazing exclusion on Inner Mongolian steppe, China. **The Rangeland Journal**, v. 40, n. 2, p. 179-189, 2018.

7 ATRIBUTOS DE RESISTÊNCIA E PLASTICIDADE FENOTÍPICA AJUDAM A EXPLICAR A DOMINÂNCIA E PERSISTÊNCIA DE *ANDROPOGON LATERALIS* NEES EM PASTAGENS NATURAIS

RESUMO

O capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees) é uma espécie frequente nas pastagens naturais do Sul do Brasil e em países vizinhos no Sul da América do Sul. Assim como outras espécies dominantes, é caracterizada pela formação de touceiras, que apresentam vantagens em relação a competição e conservação de recursos. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes alturas de manejo sobre a dinâmica de touceiras e características dos perfilhos de capim-caninha em pastagem natural manejada sob lotação intermitente. Os tratamentos foram constituídos por quatro alturas de manejo (12, 20, 28 e 36 cm) e severidade de 40% da altura de entrada. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram mensuradas variáveis como circunferência de base, diâmetro de projeção de copa, altura e distância média entre touceiras, número de unidades fisiológicas integradas (UFI's) e perfilhos, peso e área foliar de perfilhos. Também se estimou a duração da meia vida dos perfilhos. Os dados foram analisados por meio do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2017). A circunferência de base e a distância média e, consequentemente, o número de touceiras, variaram com a interação altura de manejo e época de avaliação, entretanto, a área ocupada por base de touceiras não variou, uma vez que as alterações ocorreram devido o fenômeno de divisão de touceiras. O número de perfilhos por área de base não foi afetado pela altura de manejo e observou-se maior número de UFI's por área de base para manejos de menor altura, reflexo da menor longevidade de perfilhos. A altura e diâmetro de projeção de copa, assim como o peso e área foliar dos perfilhos aumentaram conforme se aumentou a altura de manejo. Há alteração na área foliar específica, com aumento desta em manejos de menor altura, caracterizando um ajuste funcional do capim-caninha. O capim-caninha possui características de resistência de touceira e elevada plasticidade fenotípica que favorecem sua dominância e persistência em pastagens naturais em uma grande amplitude na altura de manejo.

Palavras-chave: Estratégias de manejo, hábito de crescimento, ocupação do espaço, touceiras, unidades fisiológicas integradas

7.1 INTRODUÇÃO

O capim-caninha é uma espécie de grande importância nas pastagens naturais do bioma Pampa e Mata Atlântica (Campos de Altitude), e se adapta a diversas condições de ambiente e manejo (BENITEZ e FERNANDEZ, 1970; CRUZ et al., 2010; HERVE e VALLS, 1980). Conforme relatado no Boletim do Nativão (CARVALHO et al. 2017), que comemorou 30 anos de experimentação com um protocolo baseado em ofertas de forragem, o capim-caninha é uma das principais espécies, ocorrendo inclusive na oferta de 4% de forragem (maior intensidade de pastejo), o que demonstra sua elevada resistência a altas intensidades de pastejo. De acordo com Pinto (2011), além de compor o estrato alto, a participação de capim-caninha no estrato baixo variou de 3,2 a 14,5% ao longo do gradiente de intensidade de pastejo (ofertas de forragem de 4 e 16%, respectivamente).

Em ambientes naturais, espécies que possuem atributos que as favorecem em termos de competição se destacam em relação às demais. Como por exemplo, atributos estruturais nas espécies formadoras de touceiras, que são favorecidas em relação à competição por luz, uma vez que apresentam maior porte comparado à outras espécies que compõem os campos, além de possuírem características de conservação de recursos e resistência, por exemplo, ao pastejo (BRISKE, 1996; BRISKE e ANDERSON, 1992; HERBEN e SUZUKI, 2002; SIMMS e RAUSHER, 1987; TILMAN, 1989).

As touceiras são formadas por um arranjo espacial compacto de perfilhos idênticos geneticamente (BRISKE e BUTLER, 1989), que compartilham recursos como luz, água e nutrientes por meio de fotoassimilados (WHITE, 1979). Elas são formadas por unidades fisiológicas integradas (UFI's), com perfilhos de várias gerações conectados anatomicamente e que são capazes de alocar assimilados entre si (WATSON e CASPER, 1984). Briske e Butler (1989) demonstraram que existe interação inter e intraclonal, e ao eliminar as conexões clonais verificaram que não houve alteração no recrutamento de perfilhos, indicando que este mecanismo possa estar operando em fina escala dentro da touceira. De acordo com Derner et al. (2012), existe uma alta competição dentro das touceiras, e a estruturação em nível de unidades fisiológicas integradas (UFI's) demonstra que o número destas está associado à expansão basal, que contribui para a captação de recursos e aumento da capacidade competitiva.

A partir de um determinado nível de estruturação, as touceiras já não se suportam e acabam por se dividir, geralmente pelo processo denominado *Central dieback*, ou seja, a morte ao centro da touceira seguida de sua fragmentação (WAN et al., 2000). Em trabalho com capim-elefante, Pereira et al. (2015) verificaram que em maior intensidade de pastejo a frequência de

touceiras é maior, sendo estas de menor tamanho, pois o capim-elefante é uma espécie competitora e usa da estratégia de expansão e divisão de touceiras para ocupar melhor o espaço, otimizando o uso de recursos. Em espécies conservadoras de recursos, essa dinâmica seria mais lenta, pois os perfis são mais longevos e, conforme demonstrado por Hendrickson e Briske (1997), a ativação do banco de gemas é baixo, em torno de 90% das gemas não são ativadas dentro de um período de 2 anos, independente do histórico de pastejo.

As plantas têm a capacidade de alterar sua fisiologia e morfologia para se adaptar às condições de ambiente e manejo, denominada de plasticidade fenotípica (BRADSHAW, 1965), o que pode refletir em alterações nas características das touceiras. De acordo com Chapman e Lemaire (1993), a plasticidade fenotípica tem forte influência sobre a estrutura do pasto. Nesse sentido, o uso de pastejo promove redução na dominância de gramíneas clonais e permite maior entrada de luz no dossel, favorecendo a coexistência com outras espécies (BAER et al., 2016). Segundo Andrade et al. (2016), o manejo convencional comparado à exclusão do pastejo mostrou maior riqueza de espécies, devido a redução na abundância de espécies formadoras de touceira. Mavromihalis et al. (2013) relataram que o uso de estratégias de manejo levando em consideração a variação temporal na composição das espécies pode ser utilizado para reduzir a dominância e promover diversidade de espécies. Portanto, entender os motivos do porque essas espécies são dominantes e como estas respondem às estratégias de manejo é fundamental para a manutenção da biodiversidade em pastagens naturais. Nossa hipótese é de que a capacidade conservadora a nível de touceira e a elevada plasticidade fenotípica são características que favorecem a dominância e garantem a persistência de *Andropogon lateralis* em pastagens naturais. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de diferentes alturas de manejo sobre a dinâmica de touceiras e características dos perfis de capim-caninha em uma pastagem natural manejada sob lotação intermitente.

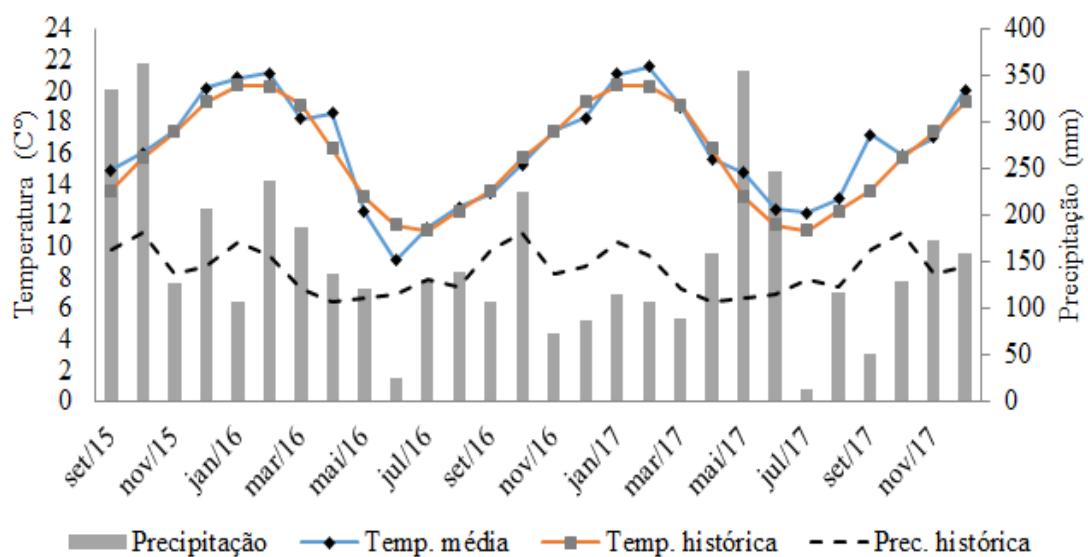
7.2 MATERIAL E MÉTODOS

7.2.1 Área, delineamento experimental e manejo

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Lages (EEL), pertencente a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), localizada no município de Lages, Santa Catarina, Brasil, a latitude 27 ° 47' 55" Sul e longitude 50 ° 19' 25" Oeste, com 922 m de altitude e precipitação média anual de 1668 mm. O clima da região é mesotérmico úmido (Cfb) de acordo com classificação de Köppen, com invernos rigorosos, verões amenos e chuvas bem distribuídas ao longo do ano (ALVARES et al., 2013). O relevo

da área experimental é levemente ondulado, com solo do tipo Cambissolo Húmico Alumínico Háplico de acordo com classificação da EMBRAPA (2006). Os parâmetros de fertilidade do solo na camada de 0-10 cm de profundidade indicaram: pH (SMP) = 4.8, P = 3.4 mg L⁻¹, K = 114 mg L⁻¹, OM = 5%, Al = 3.1 cmol_c L⁻¹, Ca = 4.3 cmol_c L⁻¹ e Mg = 2.1 cmol_c L⁻¹. Os dados climáticos do período experimental e média histórica foram obtidos da Epagri/Ciram (Estação de Lages), localizada a 500 m da área do estudo (Figura 14).

Figura 14 - Temperatura e precipitação do período experimental e médias históricas dos últimos 58 anos, referentes à Estação Experimental de Lages (Epagri/Ciram).



Fonte: próprio autor

A área experimental consiste em uma pastagem natural com predomínio de *Andropogon lateralis* Nees (capim-caninha) sem histórico nos últimos 30 anos de ação antrópica em termos de fertilização do solo, queimadas e introdução de espécies. A área possui 14.000 m² e foi dividida em 16 piquetes de 875 m² cada, todos providos de bebedouro e cocho de sal no corredor central.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por quatro alturas de manejo, 12, 20, 28 e 36 cm, medidas na espécie predominante (capim-caninha), como critério de entrada dos animais nos piquetes. O método de pastejo utilizado foi de lotação intermitente, conforme definido por Allen et al. (2011), com intervalos de descanso irregulares (determinados pela altura de entrada). O critério de retirada dos animais foi definido pela redução de 40% da altura de entrada, com alturas de 7,2, 12, 16,8 e 21,6 cm, respectivamente. Essa severidade permite

que os animais consumam quase que exclusivamente folha, uma vez que 90% de todo componente colmo se concentra na metade inferior do dossel (ZANINI et al., 2012).

Um pastejo de homogeneização foi realizado no início da estação de crescimento, com início no dia 19/08/2015 e período de ocupação de 3 dias, atingindo altura média de 11,7 cm. Durante o período experimental, foram utilizados animais da raça Flamenga (Rouge Flamande), da categoria vacas secas, com peso médio de 613 ± 92 kg. A carga animal foi ajustada para atingir a meta de rebaixamento (40% da altura de entrada) em dois a três dias de ocupação. A carga instantânea média do período experimental foi de aproximadamente 2091 kg de peso vivo $\text{ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.

7.2.2 Altura do dossel forrageiro

A altura do dossel forrageiro foi monitorada semanalmente, com uso de bastão graduado do tipo *sward stick*, segundo método proposto por Barthram (1985), de forma sistemática em quatro linhas de avaliação, totalizando 40 leituras por parcela medidas no capim-caninha. Também foram realizadas mensurações de altura do estrato inferior (entre touceiras), seguindo a mesma metodologia, porém em 20 leituras por parcela. Quando a média de cada parcela atingia a altura referente ao tratamento estabelecido (12, 20, 28 e 36 cm), os animais eram colocados nos piquetes para iniciarem o pastejo. A altura foi monitorada durante o pastejo, e quando atingidas as metas de rebaixamento (7,2, 12, 16,8 e 21,6 cm, respectivamente), os animais eram retirados das parcelas e registradas as alturas pós-pastejo do capim-caninha e do estrato inferior, seguindo a mesma metodologia avaliação.

7.2.3 Dinâmica de touceiras

As avaliações de dinâmica das touceiras do capim-caninha foram realizadas na condição de pré-pastejo, no início e final das estações de crescimento (primavera e outono, respectivamente), durante dois anos consecutivos. A primeira avaliação ocorreu nos meses de outubro e novembro de 2015, caracterizada por não haver efeito de tratamento (avaliação inicial). Ao longo das quatro transectas fixas dispostas no sentido transversal de cada parcela, foram demarcadas 12 touceiras, das quais foram mensuradas a altura, circunferência da base e diâmetro de projeção da copa, conforme descrito por Derner et al. (2012). Também foram realizadas mensurações da distância média do indivíduo referência (touceira) em relação às quatro touceiras mais próximas, uma em cada quadrante, segundo método dos pontos quadrante (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974), permitindo assim uma melhor estimativa da ocupação do espaço pelo capim-caninha.

O número de touceiras de capim-caninha (NT) foi calculado com base na distância média entre touceiras (DT), ou seja, de acordo com sua área de abrangência:

$$[NT = 1 / (2 * 3,1416 * (DT / 2)^2) / 10000]$$

O percentual de área ocupada por base de touceiras de capim-caninha (AB%) foi calculado multiplicando-se a área de base de cada touceira pelo número de touceiras (NT):

$$[AB\% = (((3.1416 * raio^2) / 10000) * NT) / 100]$$

7.2.4 Estrutura das touceiras e característica dos perfis

Em duas estações de crescimento foram coletadas três touceiras por unidade experimental, na condição de pré-pastejo, tomadas com base nas avaliações de dinâmica de touceiras do início das respectivas estações de crescimento. Nestas, foram estudadas a estrutura em termos de unidades fisiológicas integradas (UFI's) e características dos perfis. Para tanto, as touceiras permaneceram em tonéis contendo água por um período de 24 horas, com o objetivo de facilitar a separação das UFI's, que foram separadas manualmente de modo a manter agrupados os perfis que se apresentavam ligados por conexões anatômicas, o que caracteriza uma UFI (WATSON e CASPER, 1984). Após contabilizados o número de UFI's e o número de perfis, foram selecionados 50 perfis representativos por parcela para determinar o peso e área foliar média por perfil. Os perfis foram fracionados em lâmina foliar e pseudocolmo (colmo + bainha foliar) e após secos em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C por 72 horas para determinação do teor de matéria seca. A área foliar específica foi estimada dividindo-se a área foliar obtida por meio de integrador de área foliar LI-COR (modelo LI - 3100) pela matéria seca correspondente. O número de UFI's e perfis por área de base foram estimados a partir da área de base (AB), calculada com base na circunferência de base (CB) das touceiras retiradas do campo:

$$[AB = 3.1416 * (CB / (2 * 3,1416))^2]$$

7.2.5 Meia vida de perfis

A meia vida dos perfis do capim-caninha foi calculada com base nos dados de dinâmica do perfilhamento, referentes ao trabalho de Della Giustina Junior (no prelo), realizado no mesmo protocolo experimental. Para o cálculo utilizou-se a metodologia proposta por Korte (1986):

$$[t_{1/2} = \ln 2/b]$$

onde ($t_{1/2}$) expressa a meia vida de uma dada geração de perfis.

7.2.6 Análises estatísticas

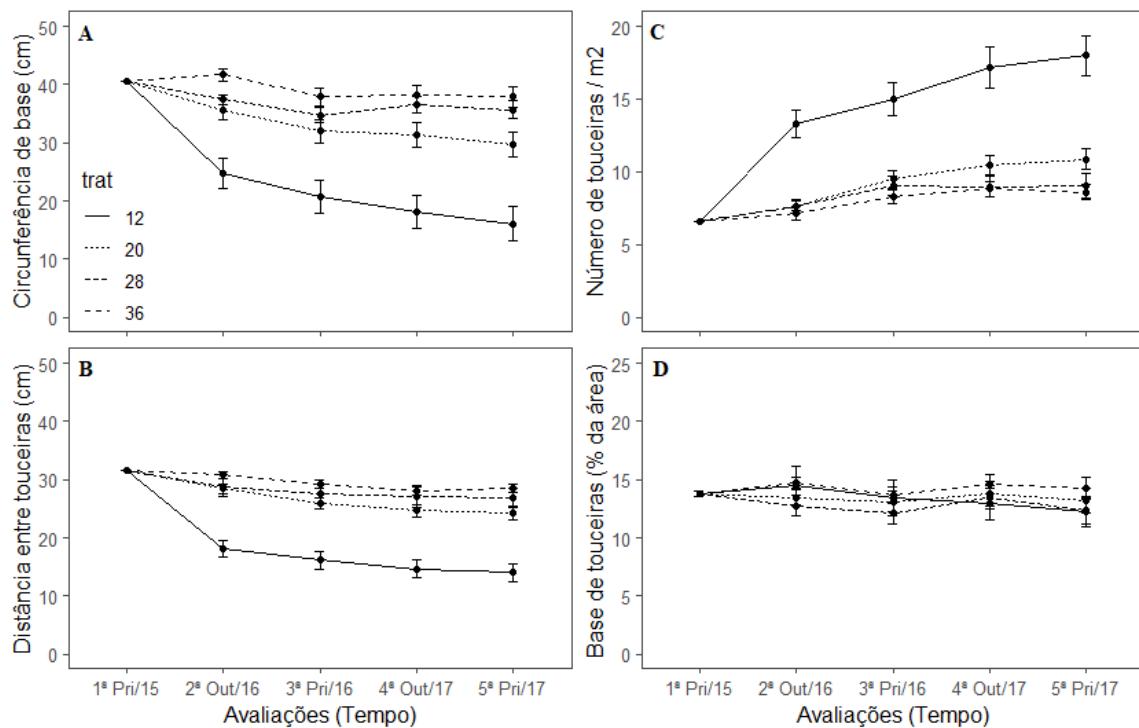
Os dados foram analisados por meio do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2017). Foi verificada a normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias, e caso não atingidas essas premissas, realizadas transformações e/ou retirados excluídos *outliers*. A análise de variância foi realizada utilizando-se modelos mistos do pacote lmr4 (BATES et al., 2015). Foram considerados como efeitos fixos os blocos, alturas de manejo (tratamento) e épocas de avaliação, e como efeito aleatório as parcelas (combinação de bloco com tratamento). Para as avaliações das touceiras retiradas do campo foram considerados os anos de avaliação (2016 e 2017). Os modelos foram selecionados seguindo o critério de informações de Akaike (AIC), com estruturas da matriz de variância e covariância que mais se adequava a cada variável. As médias dos efeitos significativos ($p<0,05$) foram testadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

7.3 RESULTADOS

7.3.1 Dinâmica de touceiras

A circunferência de base, a distância média e o número de touceiras de capim-caninha variaram com a interação entre a altura de manejo e época de avaliação ($p<0,0001$); somente para o percentual de área ocupada por base de touceiras não foi verificado variação ($p>0,05$). Houve redução da circunferência de base à medida que se reduziu a altura de manejo e essa redução perdurou ao longo do tempo, porém, a cada avaliação com reduções proporcionalmente menores (Figura 15, A). A distância média entre touceiras apresentou comportamento similar à circunferência de base (Figura 15, B). Como consequência, foi observado um aumento no número de touceiras (Figura 15, C) e a manutenção do percentual da área ocupada por base de touceiras de capim-caninha (Figura 15, D), mesmo em uma grande amplitude de altura de manejo.

Figura 15 - Circunferência de base (A), distância média entre touceiras (B), número de touceiras (C) e percentual da área ocupada por base de touceiras (D) de capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees) em uma pastagem natural submetida a diferentes alturas de manejo sob lotação intermitente.

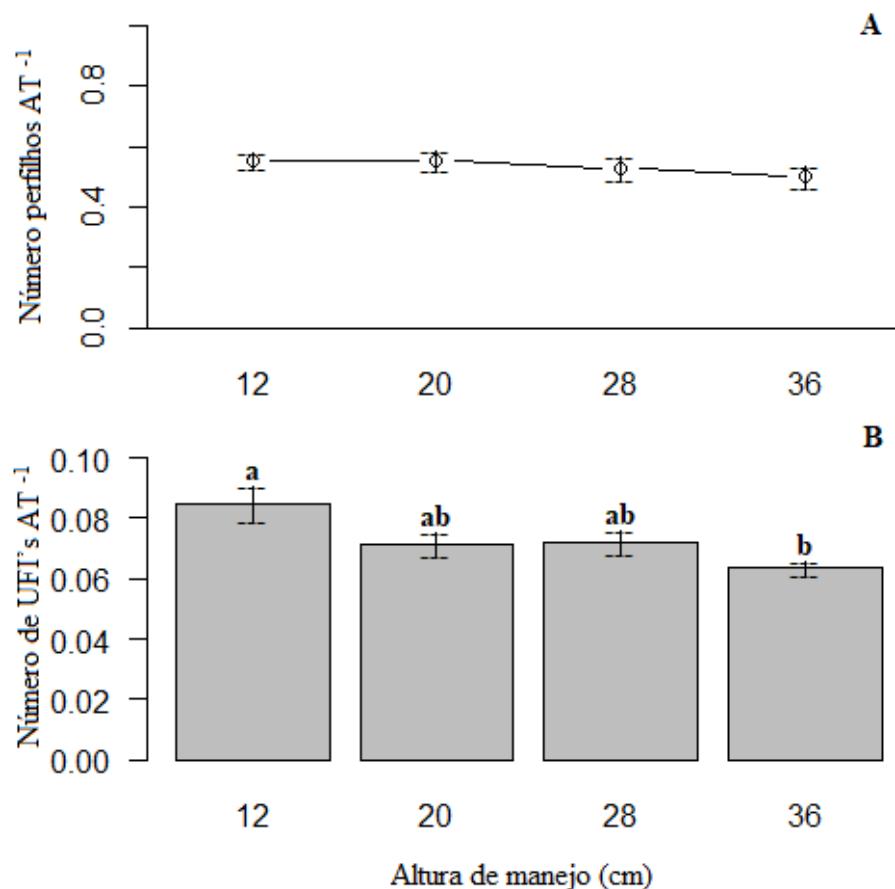


Fonte: próprio autor

7.3.2 Número de unidades fisiológicas integradas e perfilhos

O número de perfilhos por área de base não variou com as alturas de manejo ($p>0,05$; Figura 16, A) e a população de perfilhos de capim-caninha se manteve estável ao longo dos dois anos de avaliação, independente da altura de manejo, com média de $1055 \text{ perfilhos m}^{-2}$. Já o número de unidades fisiológicas integradas (UFI's) por área de base variou com as alturas de manejo ($p=0,0032$), aumentando o número de UFI's a medida de que se reduziu a altura de manejo (Figura 16, B).

Figura 16 - Número perfilhos (A) e unidades fisiológicas integradas - UFI's (B) por área de touceira - AT (cm^2) de capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees) em uma pastagem natural manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.



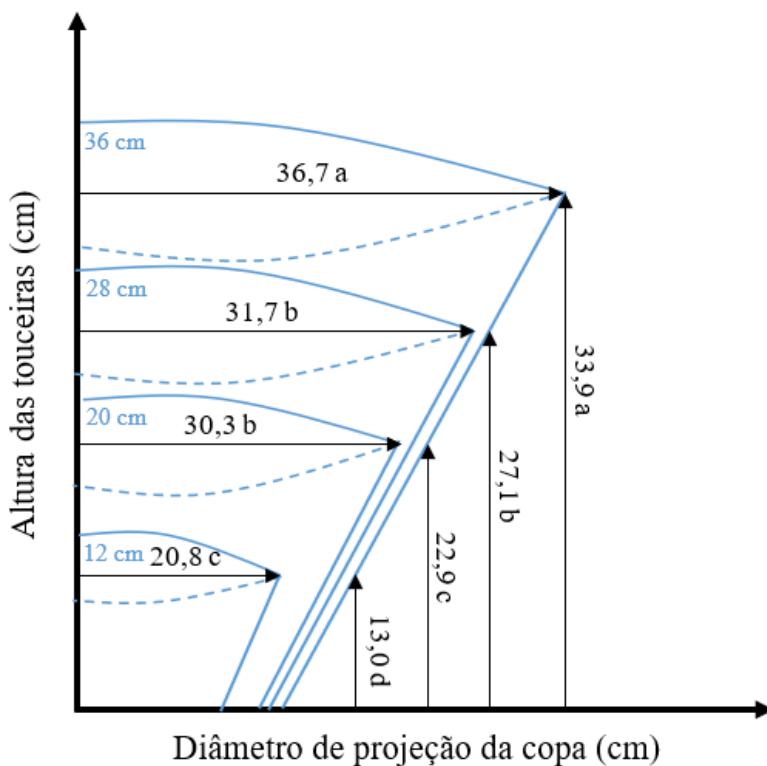
Fonte: próprio autor

A longevidade expressa pela meia vida dos perfilhos de capim-caninha foi de 208 dias para o manejo de 12 cm e média de 260 dias para os manejos de maior altura (262, 257 e 260 para 20, 28 e 36 cm, respectivamente), portanto, uma redução de 20% no manejo de 12 cm em relação aos demais tratamentos.

7.3.3 Características das touceiras e perfilhos

Foi verificado efeito de tratamento para as variáveis altura e diâmetro de projeção de copa das touceiras do capim-caninha ($p<0,0001$), com redução destas conforme se reduziu a altura de manejo (Figura 17).

Figura 17 - Altura e diâmetro de projeção de copa de touceiras do capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees) em uma pastagem natural manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

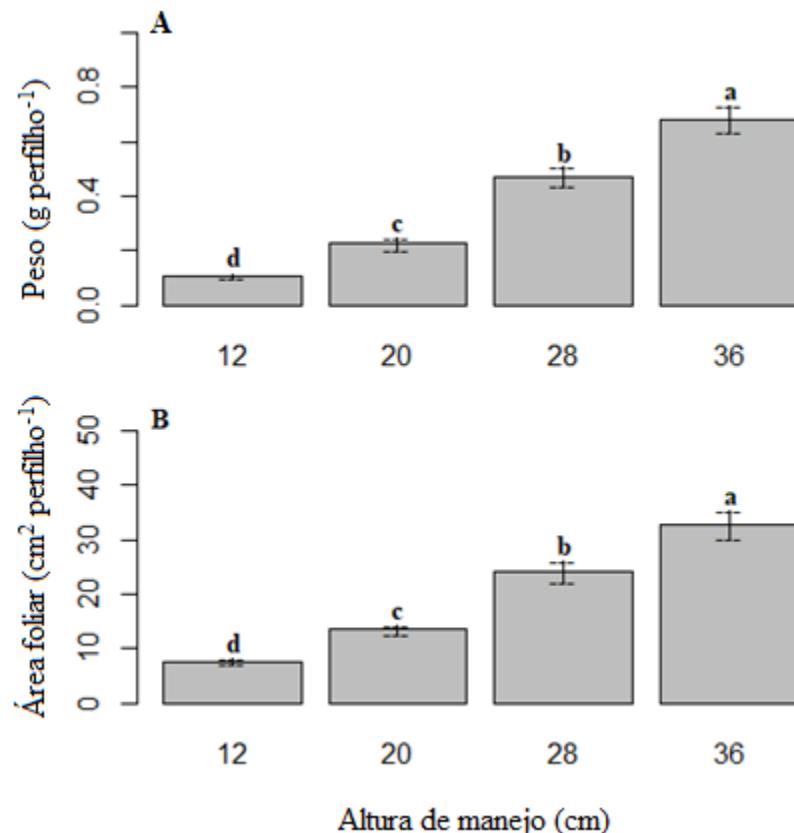


Fonte: próprio autor

A altura das touceiras praticamente triplicou do manejo de 12 para 36 cm, diferindo para cada altura de manejo. Em relação ao diâmetro de projeção de copa, quase dobrou a diferença da menor para a maior altura de manejo, não diferindo entre as alturas de 20 e 28 cm.

O peso e área foliar média dos perfilhos do capim-caninha variaram com as alturas de manejo ($p<0,0001$), com aumento destas à medida em que se aumentou a altura de manejo (Figura 18).

Figura 18 - Peso (A) e área foliar média (B) de perfilhos de capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees) de uma pastagem natural manejada sob diferentes alturas em lotação intermitente. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.



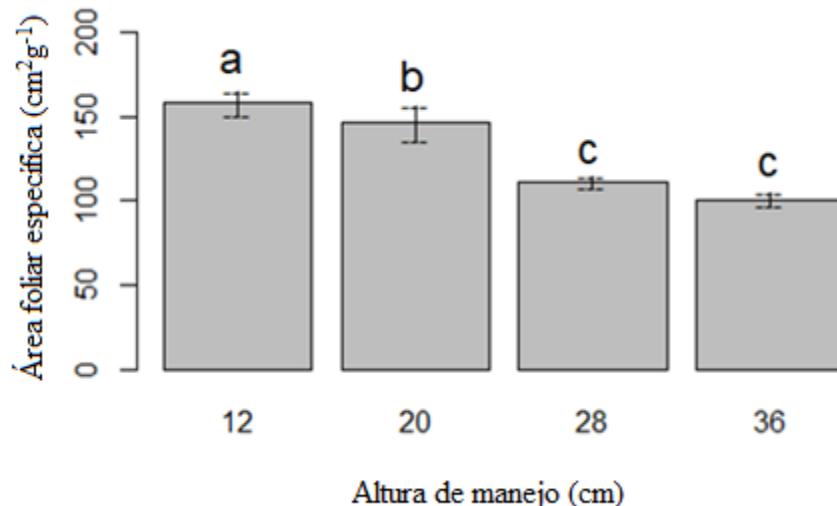
Fonte: próprio autor

O peso dos perfilhos foi praticamente 6 vezes maior no tratamento de 36 cm em relação à 12 cm de altura. A área foliar por perfilho também aumentou com as alturas de manejo e esta se deu principalmente pelo aumento no tamanho das folhas, que variou em média de 7,16 a 21,87 cm do manejo de 12 para 36 cm, respectivamente (Lorena Gomes - comunicação pessoal).

7.3.4 Área foliar específica

A área foliar específica do capim-caninha variou com as alturas de manejo ($p<0,0001$; Figura 19).

Figura 19 - Área foliar específica ($\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$) de capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees) em pastagem natural submetida a diferentes alturas de manejo em lotação intermitente. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.



Fonte: próprio autor

Os manejos de maior altura (28 e 36 cm) apresentaram menor área foliar específica (média de $106 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$), com valor intermediário para 20 cm e maior valor para 12 cm de altura (141 e $158 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$, respectivamente).

7.4 DISCUSSÃO

7.4.1 A resistência do capim-caninha

O capim-caninha é uma espécie resistente a uma grande amplitude de manejo de desfolhação, fato ilustrado pela sua característica conservadora a nível de touceira, com manutenção da área ocupada por base de touceiras nos manejos de 12 a 36 cm de altura (Figura 15). A redução que ocorreu na circunferência de base e consequente distância média entre touceiras no manejo de menor altura demonstra que houve o processo de divisão de touceiras, o que, consequentemente, aumentou o número de touceiras na área. Essa divisão de touceiras pode ocorrer por um fenômeno denominado “*Central dieback*”, que é quando a touceira aumenta de tamanho e não mais se suporta, havendo morte ao centro da mesma, onde a competição é maior, e dividindo-se posteriormente (WAN e SOSEBEE, 2000). Outra hipótese é que as touceiras em manejos de menor altura se dividiram devido à dinâmica mais acelerada na renovação de perfilhos, refletindo as alterações estruturais pela ruptura das conexões anatômicas e consequente aumento no maior número de UFI's por área de base (Figura 16, B),

como consequência da menor longevidade dos perfilhos no manejo de menor altura, que teve meia vida de perfilhos 20% menor em relação aos demais tratamentos. Outra provável explicação é que a intensidade de pastejo simplesmente favoreceu a nítida delimitação das touceiras, que pelo maior pisoteio dos animais no manejo de 12 cm, onde ocorreram 8 ciclos de pastejo na primeira estação de crescimento, permitiu a distinção de touceiras que até então não se observava devido estarem muito próximas umas das outras. No intervalo que compreendeu a primeira estação de crescimento ocorreram as maiores variações em termos de circunferência de base e distância média entre touceiras (Figura 15), sendo mais um indício da resistência das touceiras do capim-caninha em relação à intensidade de pastejo.

A dinâmica de touceiras está relacionada com o perfilhamento (OLSON e RICHARDS, 1988). Conforme observado por Della Giustina Junior (no prelo), o capim-caninha possui um mecanismo de persistência baseado em alta sobrevivência de perfilhos, com taxas de aparecimento de perfilhos relativamente baixas. De acordo com Simms (1992), a emissão de novos perfilhos envolve gasto de energia e, provavelmente por esse motivo, não houve aumento na densidade de perfilhos do capim-caninha no manejo de menor altura. Nesse sentido, é interessante levar em consideração que o ambiente possui baixa fertilidade natural do solo, portanto, qualquer investimento em aumento populacional culminaria em estratégia não muito promissora, uma vez que há baixa disponibilidade de recursos para o crescimento posterior. Em contrapartida, os perfilhos de capim-caninha alteraram rapidamente sua forma, com grande variação em peso e área foliar (Figura 18), chegando a triplicar seu tamanho no manejo de 36 cm em comparação ao manejo de 12 cm de altura. Outra alteração importante ocorreu na área foliar específica do capim-caninha (Figura 19), com aumento desta à medida em que se reduziu a altura de manejo, caracterizando uma mudança em termos funcionais. Conforme relatado por Cruz et al. (2010), o capim-caninha se enquadra em dois tipos funcionais, um mais conservador, com menor área foliar específica e maior teor de matéria seca (tipo C), e outro mais competidor (tipo B), mais eficiente no uso de recursos.

7.4.2 Ajuste em tamanho sem alterar a densidade de perfilhos

O capim-caninha possui uma notável variação no tamanho de seus perfilhos, porém, essa resposta não promoveu ajustes em termos de densidade, conforme se esperaria de acordo com a regulação tamanho/densidade de perfilhos (MATTHEW et al., 1995), provavelmente devido a sua característica conservadora, com alta longevidade de perfilhos e investimento em alterações no âmbito foliar. Ao que tudo indica, esse ajuste ocorre ao nível de comunidade, ou seja, ao aumentar a altura de manejo e consequentemente o tamanho dos perfilhos, menor é a

população de espécies que compõem o estrato baixo, de menor porte e que não conseguem competir por luz, reduzindo, portanto, a densidade da população total de plantas. Essa redução pode ocorrer por meio do número de indivíduos por espécie, ou inclusive, reduzindo o número de espécies. Segundo Mavromihalis et al. (2013), há uma relação linear negativa da riqueza de espécies com a estatura do pasto, ou seja, manejos de pastos que promovam dominância de espécies de maior porte reduzem a diversidade de espécies vegetais. Em manejos de menor altura não houve aumento na população de perfilhos do capim-caninha, mas como há redução de sua dominância, com menor projeção de copa (Figura 17), abre-se espaço para as demais espécies, consequentemente, aumentando a população de perfilhos como um todo e possivelmente aumento no número de espécies.

Em espécies conservadoras de recurso as alterações na estrutura das touceiras são mais lentas em comparação à espécies competitivas. No caso do capim-caninha, a resistência nas touceiras pode ser explicada pela alta sobrevivência de perfilhos (DELLA GIUSTINA et al., no prelo), caso contrário, haveria maior alteração estrutural. Conforme demonstrado por Pereira et al. (2015), o capim-elefante, que é uma espécie competitiva, apresentou variação no tamanho das touceiras em relação à estratégia de manejo e estação do ano, com menor tamanho e maior frequência de touceiras nos manejos de maior intensidade de pastejo, como consequência da rápida dinâmica de perfilhos, principalmente nos períodos de maior crescimento (verão e primavera).

A resistência das touceiras do capim-caninha pressupõe uma elevada resiliência desse tipo de campo, pois como não houve alteração na área ocupada por base de touceiras (Figura 15), aliado à rápida alteração nas características das touceiras e perfilhos (Figuras 17 e 18), nos remete ao entendimento de que, se alterarmos a estratégia de manejo, em pouco tempo as touceiras adquirirão novo porte. Segundo Vermeire et al. (2018), apesar de haver interação entre a estratégia de utilização e histórico de pastejo sobre a cobertura e dominância das espécies, esta é limitada e não suporta expectativas a longo prazo, indicando que as decisões de manejo podem ser tomadas independente do efeito prévio de pastejo ou fogo.

Os capim-caninha foi favorecido em relação às demais espécies do campo nas maiores alturas de manejo, e em manejos de menor altura conseguiu se manter dominante pela resistência de suas touceiras e adaptação funcional. As características apresentadas neste estudo garantem a persistência e dominância do capim-caninha nos campos naturais, pois conforme relatado por Zhang et al. (2018), espécies cujas características indicam taxa de crescimento relativamente alta e elevada capacidade de adquirir recursos são favorecidas, e em exclusão ao

pastejo, prevalecem espécies com características morfológicas e fisiológicas de baixa taxa de crescimento e capacidade de conservação de recursos.

7.5 CONCLUSÃO

O capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees) possui atributos de resistência de touceiras e elevada plasticidade fenotípica que favorecem sua dominância e persistência em pastagens naturais em uma grande amplitude de manejos do pastejo.

7.6 REFERÊNCIAS

- ALLEN, V. G. et al. An international terminology for grazing lands and grazing animals. **Grass and Forage Science**, v. 66, n. 1, p. 2–28, 2011.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ANDRADE, B. O. et al. Highland grasslands at the southern tip of the atlantic forest biome: Management options and conservation challenges. **Oecologia Australis**, v. 20, n. 2, p. 37–61, 2016.
- BAER, S. G.; BLAIR, J. M.; COLLINS, S. L. Environmental heterogeneity has a weak effect on diversity during community assembly in tallgrass prairie. **Ecological Monographs**, v. 86, n. 1, p. 94–106, 2016.
- BARTHRAM, G. T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: **The Hill Farming Research Organization Biennial Report 1984/1985**. Penicuik: HFRO, 1985. p. 29–30.
- BATES, D. et al. Fitting linear mixed-effects models using lme4. **Journal of Statistical Software**, v. 67, n. 1, p. 1–48, 2015.
- BENITEZ, C. A.; FERNANDEZ, J. G. **Espécies forrageiras de la pradera natural: Fenología y respuesta a la frequêncía e severidad de corte – *Andropogon lateralis* Nees N.V. “Paja colorada”**. Serie Técnica N° 11. Mercedes-Corrientes (República Argentina): Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1970. 20p.
- BRADSHAW, A. D. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. **Advances in Genetics**, v. 13, n. C, p. 115–155, 1965.
- BRISKE, D. D. Strategies of plant survival in grazed systems: A functional interpretation. In: **The Ecology and Management of Grazing Systems**. 1996. p. 37–67.
- BRISKE, D. D.; ANDERSON, V. J. Competitive ability of the bunchgrass *Schizachyrium scoparium* as affected by grazing history and defoliation. **Vegetatio**, v. 103, n. 1, p. 41–49, 1992.
- BRISKE, D. D.; BUTLER, J. L. Density-dependent regulation of ramet populations within the bunchgrass *Schizachyrium scoparium*: Interclonal versus intraclonal interference. **Journal of Ecology**, v. 77, n. 4, p. 963–974, 1989.

CARVALHO, P. C. F. et al. **Boletim Nativão**. Porto Alegre, 2017. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/gpep/documents/livros/Boletim%20Nativ%C3%A3o.pdf>> Acesso em: 17 nov. 2018.

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993. **Proceedings...** [S.I.]: New Zealand Grassland Association; KEELING & MUNDI, 1993. p.95-104.

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

DELLA GIUSTINA JUNIOR, L. H. P. et al. Grazing height management does not change the persistence pathway of *Andropogon lateralis* in a natural pasture. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, no prelo**

DERNER, J. D.; BRISKE, D. D.; POLLEY, H. W. Tiller organization within the tussock grass *Schizachyrium scoparium*: a field assessment of competition–cooperation tradeoffs. **Botany**, v. 90, n. 202, p. 669–677, 2012.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306p.

HERBEN, T.; SUZUKI, J.-I. A simulation study of the effects of architectural constraints and resource translocation on population structure and competition in clonal plants. **Evolutionary Ecology**, v. 15, n. 5, p. 403–423, 2002.

HENDRICKSON, J. R.; BRISKE, D. D. Axillary bud banks of two semiarid perennial grasses: Occurrence, longevity, and contribution to population persistence. **Oecologia**, v. 110, n. 4, p. 584–591, 1997.

HERVE, A. M. B.; VALLS, J. F. M. **O gênero Andropogon L. (Gramineae) no Rio Grande do Sul**. Anuario técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas Francisco Osorio. 7: 317-410. 1980.

KORTE, C. J. Tillering in ‘Grasslands Nui’ perennial ryegrass swards 2. Seasonal pattern of tillering and age of flowering tillers with two mowing frequencies. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 29, p. 629–638, 1986.

MATTHEW, C. et al. A modified self-thinning equation to describe size/density relationships for defoliated swards. **Annals of Botany**, v. 76, p. 579–587, 1995.

MAVRONIHALIS, J. A. et al. Manipulating livestock grazing to enhance native plant diversity and cover in native grasslands. **Rangeland Journal**, v. 35, n. 1, p. 95–108, 2013.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, D. Aims and methods of vegetation ecology, In: **Community Sampling: The Relevé Method**, 1974. p. 45-66.

OLSON, B. E.; RICHARDS, J. H. Spatial arrangement of tiller replacement in *Agropyron desertorum* following grazing. **Oecologia**, v. 76, p. 7–10, 1988.

- PINTO, C. E. **Diversidade vegetal de pastagem natural submetida a intensidades de pastejo.** 2011. 253f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, 2011.
- PEREIRA, L. E. T. et al. Grazing management and tussock distribution in elephant grass. **Grass and Forage Science**, v. 70, n. 3, p. 406–417, 2015.
- R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2017. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>. Acesso realizado em: 12 de junho de 2018.
- SIMMS, E. L. Costs of plant resistance to herbivory. In: **Plant resistance to herbivores and pathogens: ecology, evolution, and genetics**. Chicago: University of Chicago Press. 1992. p. 392–425.
- SIMMS, E. L.; RAUSHER, M. D. Costs and benefits of plant resistance to herbivory. **The American Naturalist**, v. 130, n. 4, p. 570–581, 1987.
- TILMAN, D. Competition, nutrient reduction and the competitive neighbourhood of a bunchgras. **Functional Ecology**, v. 3, n. 2, p. 215–219, 1989.
- VERMEIRE, L. T.; STRONG, D. J.; WATERMAN, R. C. Grazing history effects on rangeland biomass, cover and diversity responses to fire and grazing utilization. **Rangeland Ecology and Management**, v. 71, n. 6, p. 770-775, 2018.
- WAN, C.; SOSEBEE, R. E. Central dieback of the dryland bunchgrass *Eragrostis curvula* (weeping lovegrass) re-examined: The experimental clearance of tussock centres. **Journal of Arid Environments**, v. 46, p. 69–78, 2000.
- WATSON, M. A.; CASPER, B. B. Morphogenetic contraints on patterns of carbon distribution in plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 15, n. 1984, p. 233–258, 1984.
- WHITE, J. The Plant as a Metapopulation. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 10, n. 1, p. 109–145, 1979.
- ZANINI, G. D. et al. Distribuição de colmo na estrutura vertical de pastos de capim Aruana e azevém anual submetidos a pastejo intermitente por ovinos. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 882–887, 2012.
- ZHANG, J. et al. Response of plant functional traits at species and community levels to grazing exclusion on Inner Mongolian steppe, China. **Rangeland Journal**, v. 40, n. 2, p. 179–189, 2018.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados observados neste estudo, percebemos que os campos naturais com predomínio de capim-caninha possuem uma grande capacidade de se adaptarem a diferentes condições de manejo do pastejo e, apesar de ser ampla a variação na estrutura do pasto, não houve diferença no acúmulo de forragem anual devido a ajustes na comunidade de plantas e funcionalidade da espécie dominante.

Estes resultados indicam uma grande flexibilidade de manejo em termos de manutenção da produtividade dos pastos. De qualquer forma, manter uma baixa intensidade de pastejo em um campo dominado por capim-caninha não parece ser uma estratégia interessante, pois reduz a riqueza/diversidade de espécies e provavelmente a diversidade funcional do pasto, além de acumular forragem de pior qualidade o que é indesejável do ponto de vista da produção animal.

Apesar da intenção inicial, a maior intensidade de pastejo (12 cm) não foi limitante a ponto de romper as relações de resistência e ajuste da comunidade de plantas ao manejo. Entretanto, os esforços no controle da estrutura do pasto refletiram em resultados consistentes, o que permite realizar inferências válidas do ponto de vista científico, além de gerar conhecimento de fácil apropriação por parte dos pecuaristas.

Algumas perguntas foram respondidas e tantas outras vieram à tona. Por exemplo, qual (se é que existe) é a altura limite que rompe a dominância e persistência do capim-caninha? Em quanto tempo essas respostas poderiam se expressar? Outro ponto interessante é que, apesar de existir uma variação em riqueza de espécies em função dos tratamentos adotados, seria importante estudar se as maiores diversidades observadas em manejos mais baixos entregam mais serviços ecossistêmicos, como por exemplo, aumentos em meso/macro fauna, estoque de carbono em profundidade, maior retenção de água no solo, ou se os aumentos em diversidade apenas promovem maior redundância funcional.

Outra questão interessante a ser estudada nesse tipo de campo é o uso de adubação, já que a fertilidade natural do solo é normalmente baixa, e esta, associada a estratégias de desfolhação, poderia promover uma dinâmica bastante distinta na comunidade de plantas, principalmente no capim-caninha, que é uma espécie altamente dominante e com capacidade de alterar sua estratégia de uso de recursos.

Pablo Giliard Zanella.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. Á. **Principais gramíneas do Rio Grande Do Sul.** 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 1971. 255p.
- ARAÚJO, A. Á. **Melhoramento das pastagens.** 5. ed. Porto Alegre: Sulina, 1978. 208p.
- BARBIERI, C. W. et al. Sward structural characteristics and performance of beef heifers reared under rotational grazing management on campos grassland. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, p. 1020–1029, 2014.
- BENITEZ, C. A.; FERNANDEZ, J. G. **Espécies forrageiras de la pradera natural:** Fenología y respuesta a la frequênciа e severidad de corte – *Andropogon lateralis* Nees N.V. “Paja colorada”. Serie Técnica № 11. Mercedes-Corrientes (República Argentina): Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1970. 20p.
- BOGGIANO, P. **Dinâmica da produção primária da pastagem nativa em área de fertilidade corrigida sob efeito de adubação nitrogenada e oferta de forragem.** 2000. 206f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, 2000.
- BOLDRINI, I. I. et al. Flora. In: **Biodiversidade dos Campos do Planalto das Araucárias.** Ministério do Meio Ambiente – MMA: Brasília. 2009. p. 39–94.
- BRANDENBURG, B. Associações vegetais herbáceas. In: **Melhoramento e manejo de pastagens naturais no Planalto Catarinense.** Florianópolis: Epagri, 2004. p. 71–83.
- BRISKE, D. D.; BUTLER, J. L. Density-dependent regulation of ramet populations within the bunchgrass *Schizachyrium scoparium*: Interclonal versus intrACLONAL interference. **Journal of Ecology**, v. 77, n. 4, p. 963–974, 1989.
- BRISKE, D. D.; DERNER, J. D. Clonal biology of caespitose grasses. In: **Population Biology of Grasses.** Cambridge: Cambridge University Press, 1998. p. 106–135.
- CARASSAI, I. J. et al. Recria de cordeiras em pastagem nativa melhorada submetida à fertilização nitrogenada . 1. Dinâmica da pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 8, p. 1338–1346, 2008.
- CARVALHO, P. C. F. et al. Herbage allowance and species diversity in native pastures. INTERNATIONAL RANGELAND CONGRESS. 7., 2003, Durban **Proceedings...** Durban:IRC, 2003. p. 858-859.
- CARVALHO, P. C. F. et al. **Boletim Nativão.** Porto Alrgre, 2017. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/gpep/documents/livros/Boletim%20Nativ%C3%A3o.pdf>> Acesso em: 17 nov. 2018.
- CARVALHO, P. C. F.; BATELLO, C. Access to land, livestock production and ecosystem conservation in the Brazilian Campos biome: The natural grasslands dilemma. **Livestock Science**, v. 120, n. 1–2, p. 158–162, 2009.
- CASTILHOS, M. Z. S. et al. Composição florística de campo nativo sob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Biociencias**, v. 5, n. 1, p. 84–86, 2007.

CHEPLICK, G. P.; SALVADOR, G. M. Intra- and interclonal competition in the cleistogamous grass *Amphibromus scabrivalvis*. **American journal of botany**, v. 78, p. 1495–1502, 1991.

COELHO, A. A. et al. Vegetation composition and forage mass in grassland with a double structure under two winter grazing regimes. **Ciência Rural**, v. 48, n. 6, p. 1–7, 2018.

CONFORTIN, A. C. C. **Dinâmica de crescimento de gramíneas nativas do Rio Grande do Sul submetidas a dois intervalos entre pastoreios**. 2012. 103f. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Santa Maria, 2012.

CONFORTIN, A. C. C. et al. Leaf tissue fluxes of Pampa biome native grasses submitted to two grazing intervals. **Grass and Forage Science**, v. 72, p. 654–662, 2016.

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

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

DA TRINDADE, J. K. et al. Daily forage intake by cattle on natural grassland: Response to forage allowance and sward structure. **Rangeland Ecology and Management**, v. 69, n. 1, p. 59–67, 2016.

DEREGBUS, V. A. et al. Tillering responses to enrichment of red light beneath the canopy in humid natural grassland. **Society**, v. 22, n. 1, p. 199–206, 2010.

DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a cocksfoot tiller. Effect of nitrogen and cutting regime. **Annals of Botany**, v. 85, n. 5, p. 645–653, 2000.

FEDRIGO, J. K. et al. Temporary grazing exclusion promotes rapid recovery of species richness and productivity in a long-term overgrazed Campos grassland. **Restoration Ecology**, p. 1–9, 2017.

FONSECA, L. et al. Effect of sward surface height and level of herbage depletion on bite features of cattle grazing *Sorghum bicolor* swards. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 9, p. 4357–4365, 2013.

GOMES, K. E. et al. **Zoneamento das pastagens naturais do planalto catarinense**. REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO REGIONAL DO CONE SUL EM MELHORAMENTO E UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS RURAIS DAS ÁREAS TROPICAL E SUBTROPICAL. 11., 1989, Lages **Anais...Lages**: Empasc, 1989. pp. 304–314.

GRIME, J. P. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. **The American Naturalist**, v. 111, n. 982, p. 1169–1194, 1977.

HARPER, J. L. The concept of population in modular organisms. In: **Theoretical Ecology: Principles and Applications**. 2. ed. London: Oxford Press, 1981. p. 53–77.

HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS. 15., 1985. Kyoto, **Proceedings...** Nishi-Nasuno: Japanese Society of Grassland Science, 1985. p.63-67.

HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Eds.). **The ecology and management of grazing systems.** Wallingford: CABI International, 1996, 466 p.

IBGE. –Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006.** Rio de Janeiro. 2006. 777 p. Disponível em:
[<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf>](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf). Acesso realizado em: 25 de abril de 2018.

LOUAULT, F. et al. Plant traits and functional types in response to reduced disturbance in a semi-natural grassland. **Journal of Vegetation Science**, v. 16, n. 2, p. 151–160, 2005.

MACHADO, J. M. et al. Morphogenesis of native grasses of pampa biome under nitrogen fertilization. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 1, p. 22–29, 2013.

MACK, R. N.; THOMPSON, J. N. Evolution in steppe with few large, hooved mammals. **The American Naturalist**, v. 119, n. 6, p. 757–773, 2015.

MAPBIOMAS. **Mapeamento anual da cobertura e uso do solo do Brasil.** 2017. Disponível em: <<http://mapbiomas.org/map#coverage>>. Acesso em: 18 out. 2018.

MARASCHIN, G. Utilização, manejo e produtividade das pastagens nativas da região sul do Brasil. CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE-MANEJO E UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DE PASTAGENS. 1998. Canoas **Anais...** Canoas: ULBRA, 1998. p. 29-39.

MARASCHIN, G. E. et al. Native pasture, forage on offer and animal response. INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS. 18., 1987. Saskatoon **Proceedings...** Saskatoon, Canada: Grasslands 2000. 1997. p. 27–28.

MEZZALIRA, J. C. et al. Produção animal e vegetal em pastagem nativa manejada sob diferentes ofertas de forragem por bovinos. **Ciência Rural**, v. 42, p. 1264–1270, 2012.

MEZZALIRA, J. C. et al. Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 153, p. 1–9, 2014.

MODERNEL, P. et al. Land use change and ecosystem service provision in Pampas and Campos grasslands of southern South America. **Environmental Research Letters**, v. 11, n. 11, p. 1–22, 2016.

MOOJEN, E. L. **Dinâmica e potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a pressões de pastejo, épocas de diferimento e níveis de adubação.** 1991. 172f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Porto Alegre, 1991.

MOOJEN, E. L.; MARASCHIN, G. E. Potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a níveis de oferta de forragem. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p. 127–132, 2002.

MORAES, A.; MARASCHIN, G. E.; NABINGER, C. Pastagens nos ecossistemas de clima subtropical: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. **SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS : PESQUISAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.** 32., 1995. Brasília **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p. 147-200.

NABINGER, C. Manejo e produtividade das pastagens nativas do subtrópico brasileiro. **SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL.** 1., 2006. Porto Alegre **Anais...** Canoas: Ulbra, 2006, p.25-76.

NABINGER, C.; MORAES, A.; MARASCHIN, G. E. Campos in Southern Brazil. **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**, v. 1996, p. 355–376, 2000.

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

NEVES, F. P. et al. Estratégias de manejo da oferta de forragem para recria de novilhas em pastagem natural. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 8, p. 1532–1542, 2009b.

NEVES, F. P. **Oferta de forragem em pastagem natural: Estrutura do pasto e taxa de ingestão de novilhos de corte.** 2012. 288f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Porto Alegre, 2012.

OLSON, B. E.; RICHARDS, J. H. Spatial arrangement of tiller replacement in *Agropyron desertorum* following grazing. **Oecologia**, v. 76, p. 7–10, 1988.

PAIVA, A. J. **Dinâmica da população de perfilhos e de touceiras em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo.** 2013. 119p. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2013.

PELLEGRINI, L. G. et al. Produção de forragem e dinâmica de uma pastagem natural submetida a diferentes métodos de controle de espécies indesejáveis e à adubação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, p. 2380–2388, 2010.

PILLAR, V. P. et al. **Campos Sulinos - Conservação e uso sustentável da biodiversidade.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente - MMA, 2009. 403 p.

PINTO, C. E. et al. Resultados, oportunidades e desafios para a pecuária de corte catarinense. In: **Agronegócio nos novos tempos.** 22. ed. Esteio - RS: FEDERACITE XXII, 2014.

PONTES, L. S. et al. The role of plant traits and their plasticity in the response of pasture grasses to nutrients and cutting frequency. **Annals of botany**, v. 105, n. 6, p. 957–965, 2010.

QUADROS, L. F. D.; PILLAR, V. P. Dinâmica vegetacional em pastagem natural submetida a tratamentos de queima e pastejo. **Ciência Rural**, v. 31, n. 5, p. 863–868, 2001.

SANTOS, A. B. et al. Características morfogênicas de gramíneas nativas do Sul do Brasil sob níveis de nitrogênio. **Ciência Rural**, v. 43, n. 3, p. 503–508, 2013a.

- SANTOS, A. B. et al. Morfogênese de gramíneas nativas do Rio Grande do Sul (Brasil) submetidas a pastoreio rotativo durante primavera e verão. **Ciência Rural**, v. 44, n. 1, p. 97–103, 2014.
- SANTOS, G. T.; ZANINI, G. D.; PADILHA, D. A. A grazing height target to minimize tiller stem elongation rate in annual ryegrass swards. **Ciência Rural**, v. 46, n. 1, p. 169–175, 2016.
- SANTOS, M. E. R. et al. Pasture height at the beginning of deferment as a determinant of signal grass structure and potential selectivity by cattle. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 4, p. 379–385, 2013b.
- SBRIBSSIA, A. F. et al. Grazing management flexibility in pastures subjected to rotational stocking management: herbage production and chemical composition of kikuyu-grass swards. INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS. 22., 2013. Australia **Proceedings...**, Orange New South Wales, Australia: CSIRO Publishing, 2013. p. 1038–1040.
- SCHELLBERG, J.; PONTES, L. DA S. Plant functional traits and nutrient gradients on grassland. **Grass and Forage Science**, v. 67, n. 3, p. 305–319, 5 2012.
- SILVA, J. C. **Comprendendo os fluxos de biomassa de Andropogon lateralis e Paspalum notatum em um campo nativo heterogêneo**. 2018. 111f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Porto Alegre, 2018.
- SOARES, A. B. et al. Produção animal e de forragem em pastagem nativa submetida a distintas ofertas de forragem. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p. 1148–1154, 2005.
- SOARES, A. B. et al. Dinâmica da composição botânica numa pastagem natural sob efeito de diferentes ofertas de forragem. **Ciência Rural**, v. 41, n. 8, p. 1459–1465, 2011.
- SOARES, E. M. et al. Beef heifers performance in natural grassland under continuous and rotational grazing in the autumn-winter. **Ciência rural**, v. 45, n. 10, p. 1859–1864, 2015.
- TILMAN, D. Relative growth rates and plant allocation patterns. **The American Naturalist**, v. 138, n. 5, p. 1269–1275, 1991.
- TOW, P. G.; LAZENBY, A. **Competition and succession in pastures**. Wallingford: CAB International, 2001. 322p.
- TRINDADE, J. P. P.; ROCHA, M. G. Rebrotamento de capim caninha (*Andropogon lateralis* Nees) sob efeito de pastejo e fogo. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p. 141–146, 2002.
- WAN, C.; SOSEBEE, R. E. Central dieback of the dryland bunchgrass *Eragrostis curvula* (weeping lovegrass) re-examined: The experimental clearance of tussock centres. **Journal of Arid Environments**, v. 46, p. 69–78, 2000.
- WATSON, M. A.; CASPER, B. B. Morphogenetic contraints on patterns of carbon distribution in plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 15, n. 1984, p. 233–258, 1984.
- WHITE, J. The plant as a metapopulation. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 10, n. 1, p. 109–145, 1979.

ANEXO

Tabela 7 - Lista das espécies catalogadas nas áreas amostrais durante todo o período experimental.

Nº	Famílias	Espécies
1	Amaranthaceae	<i>Pfaffia tuberosa</i> (Spreng.) Hicken.
2	Apiaceae	<i>Apium</i> sp.
3		<i>Bowlesia incana</i> Ruiz & Pav..
4		<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb..
5	Asteraceae	<i>Aspilia montevidensis</i> (Spreng.) Kuntze.
6		<i>Baccharis psiadioides</i> (Less.) Joch. Müll..
7		<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC..
8		<i>Chaptalia exscapa</i> (Pers.) Baker.
9		<i>Chaptalia runcinata</i> Kunth.
10		<i>Chevreulia sarmentosa</i> (Pers.) Blake.
11		<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist.
12		<i>Elephantopus mollis</i> Kunth.
13		<i>Eupatorium ascendens</i> Sch.Bip. ex Baker.
14		<i>Eupatorium reitzii</i> Cabrera.
15		<i>Gamochaeta americana</i> (Mill.) Wedd..
16		<i>Hypochoeris catharinensis</i> Cabrera.
17		<i>Mikania kleiniana</i> Cabrera.
18		<i>Pluchea quitoc</i> DC..
19		<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.
20		<i>Soliva pterosperma</i> (Juss.) Less..
21		<i>Taraxacum officinale</i> Webb.
22		<i>Vernonia catharinensis</i> Cabrera.
23	Campanulaceae	<i>Lobelia hederacea</i> Cham..
24	Convolvulaceae	<i>Dichondra macrocalyx</i> Meisn..
25		<i>Dichondra sericea</i> Sw.
26		<i>Evolvulus sericeus</i> Sw..
27	Cyperaceae	<i>Carex longii</i> Mackenzie.
28		<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl..
29		<i>Cyperus rotundus</i> L..
30		<i>Rhynchospora rugosa</i> (Vahl) Gale.
31	Fabaceae	<i>Stylosanthes</i> sp.
32		<i>Trifolium pratense</i> L.. *
33		<i>Trifolium repens</i> L..*
34		<i>Vicia</i> sp.
35		<i>Ulex europaeus</i> L..*
36	Hypericaceae	<i>Hypericum connatum</i> Lam..
37	Hypoxidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i> L.
38	Iridaceae	<i>Sisyrinchium</i> sp.
39	Juncaceae	<i>Juncus bufonius</i> L..
40	Lythraceae	<i>Cuphea racemosa</i> (L. f.) Spreng..
41	Malvaceae	<i>Sida</i> sp.
42	Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp.
43		<i>Oxalis</i> sp.2

44	Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L..
45	Poaceae	<i>Andropogon lateralis</i> Nees.
46		<i>Anthoxanthum odoratum</i> L..*
47		<i>Aristida flaccida</i> Trin. & Rupr..
48		<i>Axonopus affinis</i> Chase..
49		<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P.Beauv..
50		<i>Axonopus siccus</i> (Nees) Kuhlm.
51		<i>Bothriochloa laguroides</i> (DC.) Herter.
52		<i>Calamagrostis viridiflavescens</i> (Poir.) Steud..
53		<i>Chascolytrum poomorphum</i> (J. Presl) L. Essi, Longhi-Wagner & Souza-Chies.
54		<i>Chascolytrum rufum</i> J. Presl.
55		<i>Chascolytrum subaristatum</i> (Lam.) Desv..
56		<i>Danthonia cirrata</i> Hack. & Arechav..
57		<i>Dichanthelium sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark.
58		<i>Dichanthelium superatum</i> (Hack.) Zuloaga.
59		<i>Eragrostis airoides</i> Nees.
60		<i>Festuca arundinacea</i> Schreb..*
61		<i>Holcus lanatus</i> L..*
62		<i>Lolium multiflorum</i> Lam..*
63		<i>Mnesithea selloana</i> (Hack.) de Koning & Sosef.
64		<i>Paspalum dilatatum</i> Poir..
65		<i>Paspalum maculosum</i> Trin..
66		<i>Paspalum notatum</i> Flüggé.
67		<i>Paspalum pauciciliatum</i> (Parodi) Herter.
68		<i>Paspalum plicatulum</i> Michx..
69		<i>Paspalum pumilum</i> Nees.
70		<i>Paspalum umbrosum</i> Trin..
71		<i>Paspalum urvillei</i> Steud..
72		<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.*
73		<i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) Parodi.
74		<i>Saccharum angustifolium</i> (Nees) Trin.
75		<i>Schizachyrium microstachyum</i> (Desv.) Roseng., B.R.Arrill. & Izag..
76		<i>Schizachyrium tenerum</i> Nees.
77		<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen.
78		<i>Setaria vaginata</i> Spreng..
79		<i>Sorghastrum setosum</i> (Griseb.) Hitchc..
80		<i>Sporobulus indicus</i> (L.) R. Br..
81		<i>Steinchisma hians</i> (Elliott) Nash.
82		<i>Trachypogon montufarii</i> (Kunth) Nees.
83	Polygalaceae	<i>Polygala linoides</i> Poir..
84	Rubiaceae	<i>Galium humile</i> Cham. & Schldl..
85		<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes.
86	Solanaceae	<i>Calibrachoa linoides</i> (Sendtn.) Wijsman.
87	Verbenaceae	<i>Verbena lindbergii</i> Moldenke.

*Espécies exticas. As espécies foram classificação de acordo com a Flora do Brasil. Fonte: próprio autor