

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROBIOLOGIA**

**MORFOGÊNESE DE GRAMÍNEAS NATIVAS DO RIO  
GRANDE DO SUL (BRASIL) SUBMETIDAS A  
PASTOREIO ROTATIVO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Aline Bosak dos Santos**

**SANTA MARIA/RS, BRASIL**

**2012**

# **MORFOGÊNESE DE GRAMÍNEAS NATIVAS DO RIO GRANDE DO SUL (BRASIL) SUBMETIDAS A PASTOREIO ROTATIVO**

**por**

**Aline Bosak dos Santos**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós – Graduação em Agrobiologia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Agrobiologia.

**Orientador: Prof. Dr. Fernando Luiz Ferreira de Quadros**

**SANTA MARIA, RS, BRASIL**

**2012**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Naturais e Exatas  
Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**MORFOGÊNESE DE GRAMÍNEAS NATIVAS DO RIO GRANDE DO  
SUL (BRASIL) SUBMETIDAS A PASTOREIO ROTATIVO**

elaborada por  
**Aline Bosak dos Santos**

como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Mestre em Agrobiologia**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

**Fernando Luiz Ferreira de Quadros, Dr.**  
(Presidente Orientador)

---

**Thaís Scotti do Canto-Dorow, Dr<sup>a</sup>. (UFSM)**

---

**José Pedro Pereira Trindade, Dr. (EMBRAPA)**

Santa Maria, 02 de março de 2012.

## **DEDICATÓRIA**

*Aos meus pais, Suzana Bosak dos Santos e José Raimundo dos Santos,  
e minhas irmãs, Amanda Borges dos Santos,  
Adriane Bosak dos Santos e  
Letícia Bosak dos Santos.*

*Dedico....*

## **AGRADECIMENTOS**

*A Deus, por sempre iluminar meu caminho e guiar meus passos.*

*A minha mãe, Suzana Bosak dos Santos, pelo carinho constante e enorme confiança em mim depositada.*

*Ao meu pai, José Raimundo dos Santos, por ser meu maior exemplo de persistência e dedicação.*

*As minhas irmãs, Amanda Borges dos Santos, Adriane Bosak dos Santos e Letícia Bosak dos Santos, pelo carinho, incentivo, confiança, descontração e por compreenderem minha ausência.*

*Ao meu amado, Vinícius Soares Sturza, por todo apoio, cumplicidade, amor e alegrias que sua agradável companhia me proporcionou.*

*Ao professor Fernando Luiz Ferreira de Quadros, pela confiança em mim depositada, pelos ensinamentos, conselhos e exemplo de vida pessoal e profissional.*

*Às professoras Thaís Scotti do Canto-Dorow e Sônia Thereza Bastos Dequech por aceitarem o convite para integrarem minha comissão de orientação.*

*Aos integrantes da equipe do Laboratório de Ecologia de Pastagens Naturais pela colaboração nas atividades do projeto: Bruna San Martim Rolim Ribeiro, Pedro Trindade Casanova, Paula de Oliveira Severo, Greice Kelly Machado, Régis Maximiliano Roos de Carvalho, Diego Coppetti, Manuela Fleig, Ana Paula Martin Machado, Anna Carolina Cerato Confortin.*

*À Liane Seibert Ustra Soares, em especial, por toda atenção, paciência, ajuda, disposição, conversas, brincadeiras, lanches extras (sempre) e tudo mais que tornou leve o trabalho sob sol, chuva, raios e formigas. Enfim, pela amizade a mim concedida.*

*À Lidiane da Rosa Boavista, pelos auxílios nas atividades a campo e constante companhia e amizade durante o mestrado.*

*Aos meus colegas e amigos do PPG Agrobiologia.*

*À Capes pela concessão da bolsa de estudos.*

*À banca avaliadora pelas sugestões.*

*Às plantas avaliadas pelo constante manuseio em seus perfilhos.*

**MUITO OBRIGADA!!!**

*“....É preciso amor para poder pulsar,  
é preciso paz para poder sorrir,  
é preciso a chuva para florir.....”*  
(Renato Teixeira)

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós – Graduação em Agrobiologia  
Universidade Federal de Santa Maria

### **MORFOGÊNESE DE GRAMÍNEAS NATIVAS DO RIO GRANDE DO SUL (BRASIL) SUBMETIDAS A PASTOREIO ROTATIVO**

AUTOR: Aline Bosak dos Santos  
ORIENTADOR: Fernando Luiz Ferreira de Quadros  
Data e local da defesa: Santa Maria, 02 de março de 2012

O conhecimento das respostas das plantas à desfolha, com ênfase para os processos de crescimento e senescência, é necessário a fim de melhorar o uso e eficiência das pastagens naturais. Com base nisso, o trabalho teve por objetivo estudar as características morfogênicas de gramíneas nativas predominantes na região central do Rio Grande do Sul (RS), submetidas a pastoreio rotativo com intervalos determinados por somas térmicas. O trabalho foi desenvolvido no município de Santa Maria/RS, em área da Universidade Federal de Santa Maria, de setembro de 2010 a março de 2011, em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com dois tratamentos, intervalos de pastoreios de 375 graus-dia e de 750 graus-dia, e três repetições. Foram realizadas medições de características morfogênicas nas espécies vegetais *Andropogon lateralis* Nees, *Aristida laevis* Nees, *Axonopus affinis* Chase, *Paspalum notatum* Fluegge e *Paspalum plicatulum* Michx. selecionadas a partir de uma tipologia funcional. Não houve diferença significativa entre os tratamentos, mas houve entre espécies e entre estações. As maiores taxas de aparecimento foliar e os menores intervalos de aparecimento de folhas são observados nas espécies *P. notatum* e *A. affinis*. *A. laevis* e *P. plicatulum* apresentam as maiores durações e taxas de elongação foliares. Primavera se caracteriza como a estação de crescimento, com valores superiores de aparecimento e elongação foliar, e verão é marcado pelo início do florescimento, representado pelo alongamento dos entrenós e redução nas características citadas acima. *P. notatum* é a espécie com maior potencial adaptativo ao pastejo.

**Palavras-chave:** bioma Pampa, morfogênese, soma térmica, tipo funcional

## **ABSTRACT**

Dissertation of Mastership  
Programa de Pós – graduação em Agrobiologia  
Universidade Federal de Santa Maria

### **MORPHOGENESIS OF RIO GRANDE DO SUL (BRAZIL) NATIVE GRASSES UNDER ROTATIONAL GRAZING**

**AUTHOR:** Aline Bosak dos Santos

**ADVISER:** Fernando Luiz Ferreira de Quadros

**Date and Defense's place:** Santa Maria, March 2<sup>nd</sup>, 2012.

The knowledge of plants response to grazing, with emphasis on growing and senescence processes is necessary to improve the natural grasslands usage and efficiency. Based on this, this work aimed to study morphogenic characteristics of predominant natural grasses in the central region Rio Grande do Sul State (RS), under rotational grazing based on thermal time intervals. The study was carried out at Universidade Federal de Santa Maria area, in Santa Maria/RS city, from September 2010 to March 2011, in a completely randomized experimental design, with two treatments: 375 degree day and 750 degree day grazing intervals and three repetitions. Morphogenic characteristics were measured on *Andropogon lateralis* Nees, *Aristida laevis* Nees, *Axonopus affinis* Chase, *Paspalum notatum* Fluegge and *Paspalum plicatulum* Michx. grass species, chosen based on functional typology. There was no significant difference between the treatments, but it was verified among species and seasons. The largest leaf appearance rates, and the the smallest leaf appearance intervals, were observed on *P. notatum* and *A. affinis* species. *A. laevis* e *P. plicatulum* showed the largest leaf lifespan and leaf elongation rate. Spring is characterized as the growing season, with highest leaf appearance and elongation values, and summer is marked by the flowering initiation, represented by internodes elongation and reduction of morphogenic characteristics. *P. notatum* is the grazing species with the greatest adaptative potential.

**Keywords:** functional type, morphogenesis, Pampa biome, thermal time

## LISTA DE TABELAS

### REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1 – Grupos de tipos funcionais de plantas baseados no teor de matéria seca (TMS) e área foliar específica (AFE) de folhas de gramíneas predominantes das pastagens naturais do RS segundo Quadros et al. (2009). \_\_\_\_\_ 29

### CAPÍTULO 1

Tabela 1 – Variáveis meteorológicas<sup>1</sup>- Temperaturas máximas (T máx.), mínimas (T mín.) e médias (T média) com valores reais e históricos (Hist.), umidade relativa (U rel.) e precipitação (Precip.), mensais do período de avaliação. Santa Maria /RS, 2010/ 2011. \_\_\_\_\_ 42

Tabela 2 – Valores médios dos intervalos de pastoreio e coeficientes de variação (CV) de taxa de aparecimento (TAF; n° folhas/GD), filocrono (FILO; graus-dia), duração de vida foliar (DVF; graus-dia), duração de alongação foliar (DEF; graus-dia), taxa de alongação foliar (TEF; cm/GD) e taxa de senescência foliar (TSF; cm/GD) na primavera de 2010, Santa Maria/RS. \_\_\_\_\_ 46

Tabela 3 – Valores médios dos intervalos de pastoreio e coeficientes de variação (CV) de taxa de aparecimento (TAF; n° folhas/GD), filocrono (FILO; graus-dia), duração de vida foliar (DVF; graus-dia), duração de alongação foliar (DEF; graus-dia), taxa de alongação foliar (TEF; cm/GD) e taxa de senescência foliar (TSF; cm/GD) no verão de 2010/2011, Santa Maria/RS. \_\_\_\_\_ 48

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

Figura 1 - Diagrama de ordenação das variáveis morfogênicas das espécies avaliadas segundo as estações. As espécies estão dispostas no plano de ordenação, de acordo com suas correlações com os eixos I e II, assim como as variáveis. Legenda das espécies: AA = *Axonopus affinis*, AL = *Andropogon lateralis*, Al = *Aristida laevis*, PN = *Paspalum notatum* e PP = *Paspalum plicatulum*. Legenda das estações: p = primavera; v = verão. Legenda das variáveis: TAF = taxa de aparecimento foliar; DVF = duração de vida foliar; DEF = duração da elongação foliar; FILO = filocrono; TEF = taxa de elongação foliar; TSF = taxa de senescência foliar. As transecções apresentadas representam as trajetórias da variação do comportamento das espécies da primavera para o verão. \_\_\_\_\_44

## **LISTA DE APÊNDICES**

Apêndice A – Características morfogênicas, em valores médios, das espécies avaliadas nos dois intervalos de pastoreio e nas duas estações. \_\_\_\_\_76

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1 – Normas para publicação na Revista Ciência Agronômica _____	79
--	----

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1. REVISÃO DE LITERATURA	16
1.1. Bioma Pampa	16
1.2. Distúrbios em pastagens naturais	20
1.2.1. Uso de fogo	20
1.2.2. Pastejo em campos naturais	23
1.3. Tipologia funcional baseada em atributos foliares	27
1.4. Morfogênese de plantas forrageiras	30
1.5. Caracterização das espécies estudadas	35
2. CAPÍTULO 1 - MORFOGÊNESE DE GRAMÍNEAS NATIVAS DO RIO GRANDE DO SUL (BRASIL) SUBMETIDAS A PASTOREIO ROTATIVO	40
Introdução	41
Material e métodos	41
Resultados e discussão	44
Conclusões	57
Referências Bibliográficas	58
3.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
4.APÊNDICES	76
5.ANEXOS	79

## INTRODUÇÃO

O Bioma Pampa ocupa 63% da área do Estado do Rio Grande do Sul (RS), tendo uma flora composta, majoritariamente, pela vegetação de pastagens naturais, entremeadas de matas de galeria (OVERBECK et al., 2007). Boldrini (2009) em levantamentos botânicos realizados nessas pastagens registrou 523 espécies de gramíneas e 250 espécies de leguminosas, a maioria delas perene e de crescimento estival, o que significa boa oferta de forragem na estação quente e reduzida oferta na estação fria.

A diversidade das pastagens naturais, além de ser um patrimônio genético, é importante para a produção animal, pois possibilita uma dieta variada aos ruminantes, o que confere características particulares ao produto animal nela obtido (NABINGER, 2006).

Para melhorar a eficiência do uso da pastagem e para que o manejo utilizado não venha a limitar o animal no emprego de suas estratégias de pastejo, é importante o conhecimento das respostas das plantas à desfolha, em termos de crescimento e senescência. No entanto, poucos trabalhos foram realizados com o objetivo de entender essas respostas nas espécies forrageiras nativas. Essas informações podem ser importantes na tomada de decisões quanto às práticas de manejo a serem adotadas na pastagem a fim de usufruir seu potencial forrageiro concomitantemente à sua conservação.

O estudo das características morfogênicas, utilizando a técnica de perfilhos marcados, entre outras vantagens, permite ao técnico a recomendação de práticas de manejo diferenciadas, fornecendo informações detalhadas do crescimento vegetal.

A morfogênese vegetal é definida como a dinâmica de geração e expansão das formas da planta no espaço (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996), estando esta dinâmica relacionada às constantes oscilações do ambiente (TOWNSEND, 2008). O estudo da morfogênese fornece informações detalhadas do crescimento vegetal, pois inclui a taxa de aparecimento de novos órgãos, suas taxas de expansão e de senescência e decomposição (CHAPMAN; LEMAIRES, 1993), constituindo o primeiro passo para a prática de estratégias racionais do manejo de pastagens (GOMIDE et al., 2006).

A diversidade das pastagens naturais do bioma Pampa representa uma dificuldade no reconhecimento dos processos de dinâmica vegetacional e pode constituir um obstáculo de manejo para técnicos ou produtores que desconheçam ou não dominem a identificação de espécies (QUADROS et al., 2006). Uma forma de diminuir essa dificuldade é estudar a

organização das espécies nas comunidades por meio de uma abordagem funcional. Quadros et al. (2009) apontaram que uma tipologia baseada em atributos de plantas pode servir como uma ferramenta chave no diagnóstico das pastagens naturais para a pesquisa e para a extensão.

A hipótese de trabalho é de que seja possível avaliar os processos ecossistêmicos através de um grupo de espécies indicadoras e de que os efeitos possam ser monitorados através de suas características morfogênicas. Com base no exposto acima, esse trabalho tem por objetivo o estudo das características morfogênicas de espécies predominantes na região central do RS submetidas a pastoreio rotativo com intervalos determinados por somas térmicas. Com base nos resultados obtidos, buscou-se sugerir práticas de manejo que permitam o uso racional de pastagens naturais associado à conservação da sua biodiversidade sob ação de herbívoros pastadores.

## 1. REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1. Bioma Pampa

#### 1.1.1. Histórico

O bioma Campos Sulinos compreende 500.000 km<sup>2</sup> (latitudes 24° e 35° S), abrangendo o Uruguai, Nordeste da Argentina, Sul do Brasil, e parte do Paraguai. O termo “campos” corresponde a uma vegetação composta de forma predominante por gramíneas e outras espécies herbáceas, na qual aproximadamente 65 milhões de ruminantes são mantidos (BERRETA, 2001). A fisionomia predominante desses campos é herbácea, em relevo de planície com várias espécies das famílias Poaceae, Asteraceae, Cyperaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Apiaceae e Verbenaceae (BRASIL, 2000).

A porção do bioma Campos Sulinos presente no Brasil é conhecida como Pampa, e representa 2,07 % (176.496 km<sup>2</sup>) do território nacional. Seu reconhecimento como bioma é recente, pois apenas a partir de 2004 o bioma Pampa foi desmembrado do bioma Mata Atlântica. Segundo dados estatísticos, ele abrange a metade meridional do Estado do Rio Grande do Sul (RS), se delimitando apenas com o bioma Mata Atlântica na metade norte do Estado (CARVALHO et al., 2006).

O bioma Pampa apresenta um patrimônio genético encontrado de forma rara em outros biomas com características pastoris do planeta. Burkart (1975) associa este fato à riqueza florística da região, com destaque para as gramíneas, com uma mistura de espécies microtérmicas, de crescimento hibernal e megatérmicas, de crescimento estival, as quais predominam, distinguindo a vegetação da região Sul de outras formações vegetais globais, com grande variabilidade produtiva no tempo e no espaço.

O Brasil faz parte dos países com a maior megadiversidade do mundo, e segundo a atual classificação oficial da vegetação do Brasil feita pelo IBGE (2004), o país possui seis biomas terrestres: Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga, Cerrado, Pantanal e Pampa, além das áreas costeiras. A vegetação campestre, denominada campos, está incluída em dois biomas segundo a classificação do IBGE (2004): nos biomas Pampa, metade sul do RS, e Mata Atlântica (OVERBECK et al., 2009), na metade norte do Estado.

Lindman (1906), há mais de um século, percebeu certa contradição entre a presença de vegetação campestre no sul do Brasil e as condições climáticas que permitiriam o desenvolvimento de florestas. Assim como ele, Rambo (1956 a,b) e Klein (1975) perceberam também que o clima atual, com condições úmidas, favoreceria uma paisagem dominada por florestas, no entanto, através de evidências fitogeográficas, estes autores afirmam que os campos formam o tipo de vegetação mais antigo e que a expansão florestal seria um processo recente, devido à mudanças climáticas para condições mais úmidas.

Behling et al. (2009) comprovaram que existiam extensas áreas de vegetação campestre sobre o Planalto sul-riograndense durante as épocas glaciais e do Holoceno Inferior e Médio, logo as condições glaciais frias e secas e as condições climáticas quentes e secas do Holoceno superior favoreceram a dominância de uma vegetação de campos. Segundo Overbeck et al. (2009), podem ser definidos quatro períodos climáticos distintos, e foi durante essa evolução das condições ambientais que ocorreu uma substituição dos campos pelas florestas.

Há ainda indicações de que os campos naturais sul-americanos evoluíram sob um regime de distúrbios que incluem a herbivoria e o fogo (QUADROS; PILLAR, 1998), o que determinou uma forte interação entre fogo e pastejo no comportamento das espécies.

Na ausência de fogo e de pastejo, os campos podem ser sujeitos ao adensamento de arbustos e, quando próximos de vegetação florestal, à expansão florestal (MÜLLER et al., 2007). Uma vez que o clima sulino favorece o desenvolvimento florestal, mudanças no regime de distúrbio como pastejo e fogo, parecem ser fatores decisivos para mudanças na vegetação junto aos limites floresta-campo (PILLAR, 2003; BOND, 2005). No Cerrado brasileiro, por exemplo, a proteção contra o fogo também leva a mudanças na fisionomia da vegetação para formas mais fechadas (MIRANDA et al., 2002).

O papel do fogo, incluindo sua origem, causada naturalmente por raios ou artificialmente pelo homem como ferramenta de caçada, e seus efeitos sobre a vegetação precisam ser compreendidos. Através da evolução histórica, o fogo foi se tornando mais frequente, principalmente após o início da ocupação através de ameríndios (DILLEHAY et al., 1992), os quais o usavam como ferramenta auxiliar em caçadas. Outro fator que está envolvido no aumento da frequência de fogo são as condições climáticas sazonais, que permitem o acúmulo de biomassa inflamável.

Antes da chegada dos jesuítas e concomitante introdução de bovinos e ovinos nas Missões do RS, no século XVII, os animais pastadores da fauna desse período eram de

pequeno porte e em número reduzido e, portanto essas espécies exerciam uma baixa pressão de pastejo na vegetação de campo (OVERBECK et al., 2009). Entretanto, o pastejo por grandes herbívoros não está longe na história evolutiva da flora dos campos atuais, sendo frequentemente considerado o principal mantenedor das propriedades ecológicas e das características fisionômicas dos campos (PILLAR; QUADROS, 1997).

### 1.1.2. Situação atual do bioma Pampa

O termo Pampa significa “região plana” e está associado à paisagem dominante de extensas planícies cobertas de vegetação rasteira, características do extremo sul do território brasileiro (SUERTEGARAY; SILVA, 2009). A vegetação campestre predomina desde 22 mil anos antes do presente (BEHLING et al., 2005) destacando-se o predomínio das gramíneas que favoreceram a implantação da exploração da pecuária de corte na região em função do suporte oferecido pelas pastagens naturais para o desenvolvimento desta atividade.

É no bioma Pampa que se encontram as maiores extensões de campo natural contínuo. Estes campos constituem a matriz da vegetação do bioma, apresentando-se entremeados por florestas ao longo dos cursos dos rios (BOLDRINI et al., 2010).

Os campos do RS apresentam elevada riqueza de espécies vegetais: estimativas apontam mais de 2200 espécies campestres para o Estado. Este número é extremamente alto quando comparado, por exemplo, com a riqueza de formações campestres da América do Norte, onde em uma área de 800 mil ha, foram encontradas apenas 266 espécies. Essa grande diversidade biológica dos campos do RS se deve, em especial, à diversidade de solos procedentes da grande variabilidade geológica, topográfica, pluviométrica, térmica e de disponibilidade hídrica (BOLDRINI et al., 2010). São apontadas, segundo levantamentos florísticos, mais de 500 espécies de Poaceae, 600 de Asteraceae, 250 de Fabaceae entre outras famílias (BOLDRINI, 2009).

Por ser um conjunto de ecossistemas muito antigo e seus campos estarem sobre grande diversidade edafoclimática, o Pampa apresenta fauna e flora próprias e grande biodiversidade. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2007), há cerca de 3000 espécies vegetais, 100 de mamíferos e quase 500 espécies de aves.

Conforme a Lista das Espécies da Flora Ameaçada de Extinção no RS, 213 táxons pertencentes a 23 famílias de campos secos e úmidos estão ameaçados. Destes, 85 táxons ocorrem no bioma Mata Atlântica e 146 no bioma Pampa, sendo 28 táxons comuns aos dois biomas. A vegetação que compõe os campos do estado é caracterizada fisionomicamente pelas gramíneas, grupo dominante nesse ecossistema. No entanto, outras famílias apresentam alta contribuição de espécies, como as compostas (Asteraceae) e as leguminosas (Fabaceae), por vezes modificando a fisionomia (BOLDRINI et al., 2010).

No RS as formações campestres cobrem 47% da superfície do Estado (HASENACK et al., 2007). Apesar disso, os campos do RS, mesmo sendo o ecossistema com melhor estado de conservação da região, sofrem um processo histórico contínuo de descaracterização (BOLDRINI et al., 2010). O bioma Pampa tem sofrido grandes perdas, tanto da biodiversidade quanto de habitat, o que é reflexo de uma fase com enfoque produtivista que marcou a década de 70. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE, 2006), entre 1970 e 1996 ocorreu uma perda de 3,5 milhões de ha na superfície das pastagens naturais.

A entrada agressiva de grande número de animais domésticos como o gado bovino, a introdução de culturas como o arroz e a soja, a silvicultura e a expansão urbana modificaram grandemente a fisionomia observada nos dias de hoje. Atualmente, a cobertura da vegetação campestre original do RS é de aproximadamente 64 mil km<sup>2</sup>, isto é, 51 % da vegetação campestre original foram descaracterizadas com finalidade econômica e para urbanização (BOLDRINI et al., 2010).

A estrutura da vegetação campestre do bioma Pampa é bastante variável, em resposta à sua diversidade de fatores como o clima, o solo e o manejo a que esta vegetação está submetida. Apesar de constituírem uma unidade ecológica, os campos do bioma Pampa podem ser divididos em unidades fitofisionômicas, de acordo com sua estrutura e composição de espécies e, mesmo que algumas espécies ocorram em quase toda a extensão do bioma, cada uma das unidades abriga grupos de espécies únicos, caracterizando assim sua fisionomia (BOLDRINI et al., 2010).

Fitofisionomias são unidades de paisagem distinguíveis em escala geográfica relativamente ampla, caracterizadas por uma flora que define seu aspecto. Boldrini et al. (2010) classificam os campos do bioma Pampa do RS em sete unidades, campos de barba-de-bode, campos de solos rasos, campos de solos profundos, campos dos areais, vegetação savanóide, campos do centro do Estado e campos litorâneos.

Os campos do centro do Estado são situados entre o planalto sul-brasileiro e o planalto sul-riograndese, em uma região de relevo rebaixado e composto por vales de rios. Distribuem-se na região central do RS e arredores, estendendo-se até a fronteira com o Uruguai (BOLDRINI et al., 2010). Os campos dessa região têm representantes de vegetação tropical, grande contribuição de compostas junto às gramíneas e compõem vegetação muito semelhante aos campos da Serra do Sudeste do RS. São encontradas espécies rizomatosas, como a grama-forquilha (*Paspalum notatum* Flüegge) nos topos e encostas das coxilhas e estoloníferas como a grama-tapete (*Axonopus affinis* Chase) nas baixadas mais úmidas (BOLDRINI et al., 2010).

Nesses campos, o capim-caninha (*Andropogon lateralis* Nees) é presença constante, destacando-se no estrato superior e em áreas bem drenadas, as barbas-de-bode (*Aristida jubata* (Arechav) Herter e *Aristida laevis* Nees) formam touceiras formando também o estrato superior. O pega-pega (*Desmodium incanum* SW) é a leguminosa mais comum nesta unidade fitofisionômica (BOLDRINI et al., 2010), caracterizando assim a região objeto desse estudo.

## **1.2. Distúrbios em pastagens naturais**

### **1.2.1. Uso de fogo**

Fogo é um tipo de distúrbio e alguns ecossistemas são parcialmente definidos com base em regimes, frequências, intensidades, extensões, tipos e sazonalidades de distúrbios (BROOKS et al., 2004). A queima de pastagens é feita por vários motivos, no entanto o uso do fogo ainda é polêmico, isso porque queimas no inverno podem levar ao decréscimo de espécies C3, de alta qualidade nutricional, e favorecer gramíneas cespitosas sobre as estoloníferas e rizomatosas C4 (LLORENS; FRANK, 2004).

Conforme citado anteriormente, há um histórico de queimadas em pastagens naturais que foi fator determinante para a formação dessa vegetação. O fogo nos primórdios ocorria de forma natural, por ação de raios sobre uma biomassa inflamável acumulada, e em um segundo momento, passou a ocorrer de forma artificial, por ação dos primeiros hominídeos a fim de auxiliar nas caçadas. Bond et al. (2005) corroboram a afirmação supracitada, ao falar que

savanas e campos são ecossistemas fogo-dependentes incluindo o domínio de gramíneas e arbustos também dependente de queimadas. Adicionalmente a isso, os autores afirmam que esses ecossistemas fogo-dependentes não são resultado apenas de recentes queimadas antropogênicas, mas já existiam desde muito tempo atrás.

Ao longo do processo evolutivo, regimes de fogo podem ter influenciado a coexistência de espécies de plantas com diferentes formas de vida dominantes em diferentes estágios de sucessão pós-queima (COWLING, 1987). Espécies da família Poaceae são apontadas como as espécies vegetais melhor adaptadas à queima, em função da sua rápida capacidade de regeneração após a queima e por terem seus meristemas protegidos abaixo do solo ou na base das bainhas (BOLDO et al., 2007).

Há sugestões a respeito da grande habilidade de regeneração da vegetação nativa das pastagens naturais do sul do Brasil, através da existência de comunidades resilientes adaptadas a regimes de fogo e pastejo correntes (OVERBECK et al., 2005). Espécies de gramíneas evoluídas sob a influência do fogo são altamente inflamáveis e atuam como combustível para o fogo, desse modo elas eliminam plantas vizinhas e reocupam tais espaços rapidamente (BOND; MIDGLAY, 1995).

Além do mais, pesquisas indicam que a vegetação das pastagens naturais pode retornar a condições pré-queima pouco depois do fogo (OVERBECK et al., 2003). A resposta das plantas a esse distúrbio é determinada pelo modo da planta persistir ao fogo e pelo tempo para regeneração. A sobrevivência dos indivíduos é determinada por diversas características das plantas como histórico de vida, anatomia, fisiologia, dependendo principalmente do grau de proteção das sementes, sobrevivência do caule e troca de tecidos nas raízes (BOND, 2004), além do hábito de crescimento.

As gramíneas cespitosas, estoloníferas e rizomatosas apresentam formas de crescimento e morfologias distintas e, normalmente, o fogo exerce pressão seletiva sobre as gramíneas rizomatosas e cespitosas (RODRIGUES, 1999). Alguns tipos de espécies com forma de crescimento em roseta demandam espaço e grande luminosidade para um desenvolvimento apropriado (BALDISSERA et al., 2010) e essas características ambientais podem ser obtidas através da ação do fogo.

Espécies prostradas podem sofrer mais os efeitos do fogo que espécies cespitosas, porque as últimas são naturalmente protegidas pelo alto acúmulo de material morto o que protege as gemas, diferentemente das espécies prostradas (JACQUES, 2003). A queima favorece as espécies andropogôneas em detrimento de gramíneas e leguminosas de hábito

prostrado/rasteiro (HERINGER, 2000). Entretanto, as espécies cespitosas não são necessariamente as mais nobres (JACQUES, 2003) e, além disso, espécies prostradas apresentam maior renovação foliar, permitindo recuperação acelerada após a queima.

Queimas frequentes prejudicam as plantas forrageiras por esgotar as reservas das raízes e base do caule e reduzem, por isso, o vigor do rebrote (ZANINE; DINIZ, 2007). No entanto, quando se promove queima em mosaico, ou seja, apenas algumas áreas com grande acúmulo de massa seca são queimadas, os efeitos negativos do fogo se dissipam já que existirão áreas nos arredores com biomassa verde, a área de solo descoberto será mínima, os organismos edáficos terão condições de escapar do fogo, e, além disso, algumas espécies também serão beneficiadas pela ação do fogo por abertura da comunidade.

É importante destacar que os efeitos do fogo são diversos e atuam de várias maneiras nas plantas, como alterando a composição botânica, o valor nutritivo assim como suas características morfogênicas entre outros. Em muitos ecossistemas de pastagens, o fogo pode aumentar a riqueza de espécies, o qual pode atingir o ponto máximo poucos anos após a queima. A maior riqueza pode ser alcançada pela presença de grande número de espécies oportunistas, pioneiras e anuais ou pelo desenvolvimento de espécies entremeadas, principalmente pequenas ervas que estão aptas a crescer devido à abertura do dossel de gramíneas dominantes (BALDISSERA et al., 2010).

A maior riqueza e uniformidade de espécies encontradas em pastagem natural sob distúrbios, como fogo, pode ser um resultado combinado da exclusão de espécies fortemente competitivas e do aumento espacial e disponibilidade de nutriente como a luz (BALDISSERA et al., 2010). Segundo Jacques (2003), a espécie caraguatá (*Eryngium horridum* Malme) aumenta sua participação em áreas queimadas ao contrário da carqueja (*Baccharis trimera* Less) que apresenta maior desenvolvimento em áreas não queimadas.

Os resultados de alterações na composição botânica obtidos por Quadros e Pillar (2001) reforçam a hipótese de resiliência da vegetação campestre ao distúrbio fogo, especialmente no caso das gramíneas, como apontam alguns autores, uma vez que a vegetação demonstra ter sido mais afetada pelo pastejo. Embora haja referências locais que também sustentem esta idéia (EGGERS; PORTO, 1994; PILLAR; QUADROS, 1997), outros autores indicam a queima como agente modificador da composição florística (FONTANELI; JACQUES, 1988).

Pizzio et al. (1997) relataram que em pastagens naturais dominadas por espécies cespitosas grosseiras, tolerantes a queima e com grande acúmulo de fitomassa, o fogo pode

ser um instrumento útil para controlar as espécies indesejáveis presentes, melhorar a qualidade da dieta, e aumentar a produção animal. Na Argentina, em pastagem natural dominada por *A. lateralis*, os ganhos anuais por animal passaram de 76 para 107 kg, a partir do uso da queima anual (COSTA et al., 2011).

Quanto ao valor nutritivo de plantas submetidas à queima, Evangelista et al. (1993) observaram maior teor de proteína bruta em área submetida à queima até os 56 dias de rebrote, declinando após este período. Woolfolk et al. (1975) relataram teor de proteína bruta mais elevado na dieta de novilhas sob pastagem nativa queimada, embora tal diferença em relação à área controle sem queima não tenha sido significativa. Fontanelli e Jacques (1988) obtiveram que a digestibilidade da matéria seca em pastagem natural do RS apresentou tendência a valores mais elevados com queima (39%) em relação à testemunha sem queima (31%).

O fogo pode também apresentar influência sobre a morfogênese das plantas forrageiras. Trindade e Rocha (2001), por exemplo, observaram efeito positivo da queima sobre a taxa de alongamento foliar na espécie *A. lateralis* quando a disponibilidade de matéria seca (MS) inicial foi de 6.480 kg/MS/ha, sendo que sob outras disponibilidades de MS, os efeitos sobre a taxa de alongamento foram semelhantes às áreas não queimadas. Segundo os autores colocam, a causa provável da maior taxa de alongamento de lâminas foliares de *A. lateralis*, observada na área queimada anual e com disponibilidade de 6.480kg MS/ha, estaria relacionada à maior disponibilização de nutrientes pela queima.

Os autores observaram também baixo filocrono (151 graus-dia) para a espécie avaliada, sob disponibilidade de 6.480 kg/MS/ ha, valor este inferior aos encontrados nas áreas não queimadas, mostrando mais uma vez a influência positiva do fogo ao proporcionar maior disponibilização de nutrientes e influenciar o rebrote da planta. O efeito dos diferentes tratamentos de queimadas na taxa de aparecimento de folhas foi semelhante ao efeito observado com taxa de alongamento de lâminas foliares para *A. lateralis*. A taxa de aparecimento de folhas foi maior na disponibilidade de 6.480kg MS/ha, com 0,082 folhas por dia (TRINDADE; ROCHA, 2001).

#### 1.2.2. Pastejo em campos naturais

A dinâmica dos campos está associada à ocorrência de distúrbios naturais, como a herbivoria por pastadores e as queimadas. Grandes herbívoros pastadores, que constituíam a extinta megafauna, co-evoluíram com as espécies de gramíneas na América do Sul desde o início do Mioceno (MACFADDEN, 1997).

Quando da introdução do gado pelos jesuítas nas Missões no RS, no século XVII (PORTO, 1954), os animais pastadores da fauna nativa nos campos eram de pequeno porte (veados, emas, capivaras, antas e pequenos roedores). Essas espécies submetiam a vegetação campestre a uma pressão de pastejo localizada, provavelmente incapaz de controlar a expansão de vegetação lenhosa. Há, entretanto, evidências fósseis de grandes mamíferos pastadores de espécies semelhantes ao cavalo (Equidae) e à lhama (Camelidae), bem como de outros herbívoros de grande porte, que existiram nessa região até cerca de 8 mil anos atrás (SCHERER et al., 2007).

A herbivoria pelo gado bovino, presente desde sua introdução no século XVII, pode ser considerada como uma reintrodução de um processo ecossistêmico antes desempenhado pela megafauna pastadora. A ação de pastejo modifica a estrutura da vegetação pela seleção entre plantas palatáveis e não palatáveis e influencia na variação topográfica, alterando a heterogeneidade espacial dos habitats (MORRIS, 2000).

Em pastagens, o pastejo é a forma mais comum de mudança espacial e temporal na estrutura e dinâmica de comunidades, sendo o principal efeito a perturbação provocada tanto pelo pisoteio quanto pela remoção do material verde abrindo assim espaços na comunidade vegetal e permitindo a colonização e o estabelecimento de diferentes espécies (PANDEY; SINGH, 1991).

O impacto do pastejo sobre a estrutura e funcionamento da comunidade de plantas do ecossistema é questão-chave para o manejo da pastagem assim como para a conservação da natureza. Por outro lado, manejadores das pastagens enfatizam a maximização sustentável da produção animal, enquanto conservacionistas buscam manter a alta biodiversidade (ALISHTAYEH; SALAHAT, 2010).

Altas pressões de pastejo têm sido relacionadas com a redução da diversidade de plantas herbáceas e arbustos em áreas de pastagem (ZHAO et al., 2006). Devido ao pastejo excessivo, a composição de espécies na vegetação, a riqueza e a produtividade tem mudado ao longo das décadas, algumas espécies têm desaparecido em alguns locais no mundo, enquanto outras têm sobrevivido através de adaptações morfológicas entre outras (WANG et al., 2002).

O pastejo pode influenciar a estrutura e organização da comunidade de plantas de distintas maneiras. O efeito direto da herbivoria ocorre pela seleção diferenciada na remoção dos tecidos das plantas. Efeitos indiretos sobre a composição botânica e diversidade de espécies podem ocorrer quando o pastejo seletivo sobre espécies dominantes reduz seu vigor e presença, favorecendo então a disseminação de espécies menos competitivas, porém mais tolerantes ao pastejo (NOY-MEIR et al., 1989). Outras formas de influência do pastejo sobre a comunidade vegetal estão na facilitação de dispersão de propágulos, no efeito do pisoteio sobre as plantas e ainda na ciclagem de nutrientes através das excretas.

Pesquisas prévias em comunidades afetadas pelo pastejo sugerem que respostas da vegetação ao pastejo estão associadas com a forma de crescimento das plantas e em menor extensão com a palatabilidade destas (NOY-MEIR et al., 1989).

Quadros e Pillar (2001), trabalhando com combinações de práticas de manejo, como queima e pastoreio, sob duas posições de relevo observaram que, apesar de existir uma composição inicial com alta diversidade nas parcelas pastoreadas, tanto as queimadas como as não queimadas, são direcionadas a uma redução da participação de espécies cespitosas como *Saccharum angustifolius* Nees e *A. lateralis* e aumento da contribuição de *P. notatum* e *Vernonia nudiflora* Less, espécies estoloníferas ou rizomatosas. Esse fenômeno ocorre porque as últimas apresentam os pontos de crescimento protegidos ao nível do solo, estolhos, ou abaixo do solo, rizomas e xilopódios.

Acredita-se que o efeito mais importante sobre a vegetação natural é o do pastejo, pois, embora ambos, fogo e pastejo, removam área foliar das plantas, o pastejo continua a reduzir o material verde de lâminas foliares ao longo de toda a estação de crescimento, afetando sua taxa de acumulação (NOY-MEIR, 1995).

Sob manejo de pastoreio contínuo, Brum et al. (2007) não observaram variação de um levantamento florístico para outro, no entanto obtiveram diferenças na composição botânica entre os dois levantamentos para o manejo de pastoreio rotativo, passando de uma condição inicial de alta contribuição de *P. notatum* para uma condição de aumento na contribuição na massa de *A. lateralis*, *S. angustifolius* e *E. horridum*. Porém, os autores afirmam que entre os fatores que afetam a composição da vegetação, a fertilidade do solo pode exercer uma influência mais marcante que o manejo do pastoreio (DURU et al., 2005).

Milchunas et al. (1988) salientam que a maior riqueza florística é encontrada em áreas sob pastejo intenso. Esta tendência se justifica porque, nos tratamentos sob pastoreio rotativo, a composição botânica tende para a dominância de espécies cespitosas como *S. angustifolius*

ou *A. lateralis*. Os períodos de descanso fazem com que, na estação de crescimento, estas espécies possam competir em vantagem com as espécies de hábito de crescimento prostrado.

O herbívoro vertebrado desempenha papel fundamental na construção da heterogeneidade da comunidade vegetal da pastagem, alterando a sucessão e controlando as mudanças entre estados alternativos no ecossistema (VAVRA et al., 2007). O pastejo pode ainda alterar a diversidade florística atuando diretamente nos padrões de competição entre espécies vegetais. Desse modo, a competição pode limitar o efeito direto da desfolha em áreas com dominância de gramíneas (ALHAMAD; ALRABABAH, 2008).

Sob pastoreio rotativo é possível manter um equilíbrio estável entre consumo de forragem e crescimento da pastagem e assim evitar um excesso de material senescente e o desenvolvimento de áreas de rejeição com grande acúmulo de material morto (NABINGER, 1998). Por outro lado, no sistema de pastoreio contínuo não existem períodos de descanso na pastagem e, esse manejo, influencia a composição botânica favorecendo espécies prostradas (*P. notatum*, *Axonopus* spp.), cujos rebrotes não dependem de substâncias de reserva, mas sim da área foliar remanescente, sendo mais sensíveis à competição por luz do que espécies eretas. Ao contrário, períodos de descanso vão favorecer espécies com hábito de crescimento ereto (MILLOT, 1991).

Eggers et al. (2004), avaliando *P. notatum* e *Coelorhachis selloana* (Hack.) Camus sob diferentes ofertas de forragem sob pastoreio contínuo e em duas posições de relevo, obtiveram filocronos de 156 e 238 graus-dia para *P. notatum* e *C. selloana*, respectivamente. O filocrono é uma característica espécie-específica, porém variável com as condições ambientais e, segundo as autoras, neste trabalho as diferentes ofertas de forragem para o pastoreio não alteraram a variável filocrono em nenhuma das espécies avaliadas.

Logo, tanto fogo quanto pastejo são provavelmente os principais fatores que impedem a expansão florestal em áreas campestres cujas condições climáticas são propícias ao desenvolvimento de vegetação florestal. A intensidade do fogo na história evolutiva das plantas campestres foi maior do que do pastejo, o que pode explicar o desenvolvimento de mecanismos de resiliência mais efetivos em resposta ao fogo. A ação humana provavelmente aumentou a frequência de ambos os distúrbios e, mais recentemente, o aumento da intensidade do pastejo determinou a redução da intensidade de queimadas, o que gerou até agora tempo insuficiente para o desenvolvimento de mecanismos adaptativos ao pastejo nas plantas (PILLAR; QUADROS, 1997).

O obstáculo, porém, é que no Brasil, tanto a comunidade científica quanto a legislação ambiental, ainda são comandadas por conceitos conservacionistas florestais que estão longe de refletirem a realidade das pastagens naturais, e sobre as quais ainda há grande carência de dados quantitativos, fazendo com que manejos conservacionistas objetivando a proteção florestal sejam aplicados às áreas de campo. E quando uma unidade de conservação é implementada no bioma Pampa, estes distúrbios antrópicos são suprimidos (PILLAR; VÉLEZ, 2010).

No entanto, sem distúrbios, naturais ou antrópicos, comunidades campestres evoluem para uma composição com poucas espécies dominantes, com predomínio de gramíneas de hábito cespitoso (touceiras) e arbustos, promovendo o engrossamento do campo e aumento no acúmulo de biomassa inflamável, favorecendo o risco de incêndios catastróficos. Nas regiões de mosaicos campo/floresta ocorre ainda o rápido avanço das florestas sobre os campos. Sem distúrbios, as espécies florestais pioneiras deixam de ser eliminadas, tomando progressivamente conta da paisagem (PILLAR; VÉLEZ, 2010).

Portanto, segundo os autores supracitados, a ausência de manejo dos campos nas unidades de conservação tem como resultado a perda da sua biodiversidade. Por isso, não se pode permitir que unidades de conservação criadas para conservar a biodiversidade típica da região sul do Brasil não tenham entre seus objetivos explícitos a manutenção dos campos e toda sua variedade de fisionomias e espécies associadas, principalmente as ameaçadas de extinção, através da manutenção de ocorrência dos distúrbios (fogo e/ou pastejo) que a formaram e a mantêm.

### **1.3. Tipologia funcional baseada em atributos foliares**

Em estudos de ecologia de pastagens, o entendimento e a explicação de padrões e processos na vegetação requerem o estudo da estrutura da comunidade vegetal, e para isso, necessita-se de uma descrição detalhada da vegetação (GARAGORRY, 2008).

A diversidade das pastagens naturais do bioma Pampa representa uma dificuldade no reconhecimento dos processos de dinâmica vegetacional, devido sua grande complexidade, e pode constituir um obstáculo de manejo para técnicos ou produtores que desconheçam ou não dominem a identificação de espécies (QUADROS et al., 2006).

Ecologistas muitas vezes descrevem comunidades de plantas pela composição de espécies e os dados obtidos revelam padrões de composição no tempo ou espaço e conexões com variáveis ambientais (PILLAR; SOSINSKI, 2003). No entanto, essas conclusões acabam se tornando limitadas a padrões locais e, além do mais, a variabilidade entre espécies, a qual pode ser importante em alguns processos, não pode ser levada em conta com descrições de comunidades baseadas em espécies (PILLAR; SOSINSKI, 2003).

Uma forma de diminuir essa dificuldade é estudar a organização das espécies nas comunidades por meio de uma abordagem funcional. Quadros et al. (2009) comentam que uma tipologia baseada em atributos de plantas pode servir como uma ferramenta chave do diagnóstico das pastagens naturais para a pesquisa e para a extensão.

Segundo Weiher et al. (1999), ao se definir uma classificação funcional através de atributos usuais para uma região, esta classificação poderá ser generalizada para diversas regiões do mundo. Assim, o uso de tipos funcionais no estudo de pastagens naturais surge como alternativa viável devido à grande heterogeneidade desses ambientes. Os tipos funcionais podem ser definidos como conjuntos de espécies agrupados de acordo com respostas comuns ao ambiente e/ou efeitos comuns, inclusive de origem antrópica, nos processos do ecossistema (DURU et al., 2005).

A partir de modelos propostos por Duru et al. (1998) e Theau et al. (2004), Garagorry et al. (2007) desenvolveram uma tipologia funcional de gramíneas, baseada nos atributos: área foliar específica (AFE) e teor de matéria seca (TMS) de lâminas foliares. Entretanto, outras características podem ser usadas para a formulação e/ou aprimoramento de outras classificações baseadas em tipologia funcional como duração de vida foliar, hábitos de crescimento entre outros. Quadros et al. (2009) propõem a formulação de quatro tipos funcionais segundo os atributos TMS e AFE para espécies de gramíneas da região da Depressão Central do RS.

Como já propuseram Cruz et al. (2002), para outras condições (climáticas, edáficas e culturais), ou Cruz et al. (2010) para a mesma região, as fisionomias pastoris poderiam ser reagrupadas em pastagens de tipos identificados por combinações de letras. A cada um destes tipos podem corresponder potenciais de produção de massa forrageira “colhível”; valor nutricional; aptidão a um pastoreio contínuo com determinada oferta de forragem; tolerância a um pastoreio rotativo com determinado intervalo de desfolha, entre outras alternativas de manejo.

Na Tabela 1 são mostrados quatros grupos funcionais segundo os atributos escolhidos e as espécies que se encaixam em cada grupo (QUADROS et al., 2009). O grupo A é composto principalmente por espécies prostradas, estoloníferas ou rizomatosas, adaptadas a pastejos mais intensos e frequentes, mais abundantes em ambientes com maior fertilidade do solo e disponibilidade hídrica. Podem ser classificadas como plantas de captura de recursos, com grande ciclagem interna de nutrientes e componentes estruturais (CARVALHO et al., 2007).

Tabela 1 – Grupos de tipos funcionais de plantas baseados no teor de matéria seca (TMS) e área foliar específica (AFE) de folhas de gramíneas predominantes das pastagens naturais do RS segundo Quadros et al. (2009).

Grupos	TMS (g.kg <sup>-1</sup> )	AFE (m <sup>2</sup> .kg <sup>-1</sup> )	Espécies
A	<300	>20	<i>Axonopus affinis</i> , <i>A. argentinus</i> , <i>Dichantelium sabulorum</i> , <i>Paspalum notatum</i> , <i>Paspalum pumilum</i>
B	300 a 400	14 a 16	<i>Andropogon lateralis</i> , <i>A. selloanus</i> , <i>Paspalum notatum</i> , <i>P. plicatulum</i> , <i>Schyzachirium microstachyum</i>
C	400 a 500	8 a 12	<i>Andropogon lateralis</i> , <i>Erianthus spp.</i> , <i>Piptochaetium montevidense</i> , <i>Paspalum plicatulum</i>
D	>500	<8	<i>Aristida laevis</i> , <i>A. filifolia</i> , <i>Erianthus spp.</i> , <i>Piptochaetium montevidense</i>

As plantas deste grupo apresentam duração de vida menor, com folhas menos espessas e mais tenras, portanto com maior AFE e menor TMS (Tabela 1). Possuem valor nutricional mais elevado, aumentando assim as intensidades de desfolha. Este fato gera uma resposta morfogênica nas plantas, com formação de folhas menores e menos longevas, como estratégia de escape à desfolha (QUADROS et al., 2009).

No outro extremo da Tabela 1, o grupo D é composto por espécies que formam touceiras densas, com grande acúmulo de material senescente. É formado por espécies adaptadas a ambientes marginais, menos férteis, mais pedregosos, com limitações edáficas e

climáticas. Esta adaptação desenvolveu nas plantas uma característica de conservação dos recursos captados, portanto a reciclagem interna desses é menor. Essas espécies apresentam maior duração de vida, maior TMS e menor AFE. São plantas de menor valor nutricional e menos adaptadas às desfolhações intensas e frequentes. Sua habilidade de conservação de recursos e adaptação a solos pobres pode ser importante para a cobertura do solo (QUADROS et al., 2009).

As plantas do grupo B têm uma duração de vida foliar um pouco maior que as do grupo A, portanto com maior TMS e menor AFE (Tabela 1), são menos eficientes na captura de recursos e também menos tolerantes a desfolhas intensas e frequentes. Incluem espécies de vários hábitos de crescimento e plantas que exibem uma maior plasticidade fenotípica. Neste caso, seriam plantas que alteram seu programa morfogenético em resposta às variações ambientais. Podem-se citar os casos de *A. lateralis*, *Paspalum plicatulum* Michx. e *P. notatum*. Nos dois primeiros exemplos, são espécies que se enquadram nos grupos B e C, já a espécie *P. notatum*, pode se enquadrar em A ou B (QUADROS et al., 2009).

O grupo C inclui algumas espécies presentes no grupo anterior e outras dos gêneros *Piptochaetium*, *Sporobolus* e *Stipa*. São plantas enquadráveis no tipo de conservação de recursos, pela maior duração de vida das folhas e menor tolerância às desfolhas intensas e frequentes. No caso do gênero *Piptochaetium*, suas espécies aumentam a abundância e cobertura em ambientes férteis e sombreados, o que é característico de plantas C3, que dependem de uma maior concentração de Rubisco, para serem mais eficientes fotossinteticamente. Quanto à *Sporobolus indicus* (L.) R. Br., é uma espécie adaptada a ambientes com desfolhas intensas e frequentes, pela sua maior tolerância à compactação superficial do solo, decorrente das cargas elevadas e pela rejeição dos animais às suas folhas espessas e lignificadas (maior TMS) (QUADROS et al., 2009).

#### **1.4. Morfogênese de plantas forrageiras**

O crescimento vegetal depende da luz, fonte primária de energia, para que através da fotossíntese ocorra a produção dos assimilados necessários para a formação de tecidos na planta (NABINGER; CARVALHO 2008). Através da formação da haste primária ocorre a

produção das folhas seguindo um ritmo determinado pela genética, mas em função da temperatura sobre o meristema apical (NABINGER, 1997).

As pastagens são comunidades formadas por plantas forrageiras, com diferentes unidades básicas de crescimento. Gramíneas de hábito de crescimento cespitoso, com formação de touceiras, são caracterizadas pelo aparecimento de perfilhos (VALENTINE; MATTHEW, 1999), enquanto que espécies de hábito de crescimento estolonífero, hábito rasteiro, possuem os estolões como unidade básica de crescimento.

Um perfilho, por sua vez, constitui-se de uma sucessiva emissão de fitômeros, compostos por nó, entrenó, folha e gema axilar (BRISKE, 1991), tornando-se quase independente da planta - mãe assim que atingem área foliar suficiente para sua manutenção e desenvolvimento. Dessa maneira, os fluxos de tecidos que ocorrem em uma gramínea podem ser estudados em perfilhos individuais (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). O crescimento de folhas de gramíneas é unidirecional, paralelo ao eixo longitudinal da folha, e o desenvolvimento concentra-se na zona de alongamento da folha, região próxima a base da lâmina foliar, onde ocorrem os processos de divisão, alongamento e maturação celular, sendo essa região, local de grande demanda por nutrientes (SKINNER; NELSON, 1995).

As folhas das gramíneas possuem papel fundamental na ecologia e economia dos sistemas de pastagem, pois elas produzem os fotoassimilados necessários para o crescimento e manutenção dos tecidos vegetais, e também servem de alimento para os ruminantes, considerados organismos heterotróficos que se desenvolvem nas pastagens (SCHNYDER et al., 2000). Podem ser encontrados quatro tipos de folhas ao longo do desenvolvimento de um perfilho, são elas: folhas senescentes, folhas completamente expandidas, folhas emergentes e folhas em expansão ainda envoltas pelo pseudocolmo (GOMIDE, 1994).

A morfogênese vegetal, em um dossel em estágio de desenvolvimento vegetativo, pode ser definida como sendo a relação entre geração e expansão da forma da planta no espaço (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996), estando esta relação associada às oscilações ambientais (TOWNSEND, 2008), sendo as principais a temperatura e a condição hídrica. O estudo da morfogênese fornece informações detalhadas do crescimento vegetal, pois incluem conhecimentos sobre o aparecimento de novos órgãos, suas taxas de expansão e de senescência, e decomposição (CHAPMAN; LEMAIER, 1993), constituindo assim o primeiro passo para a prática de estratégias racionais do manejo de pastagens (GOMIDE et al., 2006).

Toda planta possui um mecanismo geneticamente determinado para a morfogênese, cuja realização é definida em associação com o ambiente. Esse plano morfogênico determina

o funcionamento e a coordenação dos meristemas em termos de taxas de produção e expansão de novas células. Como resposta, ocorre a expansão de órgãos em crescimento (folhas, entrenós e perfilhos) e uma demanda de carbono e nitrogênio (N) necessária para abastecer os órgãos para a expansão em termos de volume (DURAND et al., 1991).

O estudo das características morfogênicas e estruturais, utilizando a técnica de perfilhos marcados, permite ao técnico a recomendação de manejo diferenciado, baseado na compreensão dos processos de crescimento das plantas (GOMIDE et al., 2006). Isso é possível, fornecendo informações detalhadas do crescimento vegetal através de avaliações individuais e detalhadas das plantas. Para uma adequada utilização da pastagem, é necessário determinar os limites, máximo e mínimo, para o intervalo de desfolhações. O limite máximo deve ser caracterizado pelo início do processo de senescência e, o mínimo, pela restauração plena das reservas orgânicas (FULKERSON; DONAGHY, 2001).

Para uma pastagem formada por plantas forrageiras no estágio de crescimento vegetativo, Lemaire e Chapman (1996) apontam que a morfogênese pode ser descrita por três características básicas: taxa de aparecimento de folhas (TAF), taxa de elongação (TEF) e duração de vida da folha (DVF). Essas características são determinadas geneticamente e determinarão a estrutura do dossel, porém podem ser influenciadas por variáveis ambientais como temperatura, disponibilidade hídrica e de nutrientes.

A TAF refere-se ao número de folhas surgidas em um perfilho por unidade de tempo. Essa taxa é determinada geneticamente, mas sofre efeito de variáveis intrínsecas e extrínsecas à planta, sendo a temperatura um fator determinante na TAF (DURU; DUCROCQ, 2000). O padrão de desfolha também influencia a TAF, principalmente quando relacionado a alterações na altura e oferta de forragem (GRANT et al., 1988). Duru e Ducrocq (2000) destacam que a TAF é resultado da combinação de uma série de fatores, como altura da bainha, alongamento foliar e temperatura, sendo bem característica a influência do N sobre esta variável.

A TAF constitui fator determinante na taxa de produção de gemas para a geração de novos perfilhos através da interação de fatores, como luz e nutrientes (GARCEZ NETO et al., 2002), assim como desempenha papel central na morfogênese, pois está relacionada com as três características que dão origem à estrutura da pastagem. A TAF aumenta com a luminosidade, a temperatura e ainda, pela disponibilidade hídrica. A estação do ano, em especial no período do verão, favorece maior luminosidade e temperatura, permitindo a elevação da taxa fotossintética pelas plantas, aumentando consequentemente a TAF.

A TAF responde de forma imediata a qualquer mudança de temperatura imposta ao meristema apical (STODDART, 1986). Vários autores comentam que TAF tende a diminuir durante o crescimento da planta, entretanto a taxa de iniciação de folhas no meristema apical permanece constante segundo a temperatura, mas com a variação positiva do comprimento da bainha foliar em gramíneas, há maior demora no surgimento de folhas acima do pseudocolmo (DURU; DUCROQ, 2000).

O inverso da TAF determina o filocrono e este representa o tempo térmico ou a soma térmica acumulada necessária para o surgimento de duas folhas consecutivas, geralmente expresso em graus-dia. A soma térmica à qual a folha é submetida até o seu aparecimento vai depender da distância que esta deve alongar para emergir, sendo função da TEF e do comprimento do pseudocolmo (NABINGER, 1996). O filocrono é uma variável significativa por sugerir uma necessidade de desfolha e intensidade desta, pois representa o tempo em dias para a formação de uma folha.

A TEF representa o aumento diário no comprimento de folhas individuais. Esta variável responde de maneira diferenciada às condições do meio ambiente, notadamente, à temperatura e ao suprimento hídrico, entre outros. Schnyder et al. (2000) afirmam ainda que desfolhações frequentes levam a uma forte redução da TEF, o que estaria associado com o decréscimo na taxa de produção celular e duração da expansão celular.

O crescimento de folhas em gramíneas é restrito à região basal, que é a parte encoberta pelas bainhas foliares maduras (PENA, 2007). Skinner e Nelson (1995) afirmam que as células meristemáticas estão presentes mais cedo nas bainhas das folhas em desenvolvimento, no entanto o início da sua expansão é restrito, ocorrendo primeiro nas lâminas foliares e posteriormente nas bainhas, assim que a expansão das lâminas começa a reduzir. A transição entre o fim da expansão da lâmina e o início da expansão da bainha é facilmente reconhecida pela exposição da lígula na zona de crescimento na base da folha (SCHNYDER et al., 2000).

Após emergir, a folha cresce a uma taxa diária determinada pela temperatura, o que corresponde ao período de duração da elongação foliar (DEF), o qual é proporcional ao intervalo de aparecimento da folha (PONTES, 2001). A DEF é inversamente proporcional à TEF (NABINGER, 1996) e tem influência sobre o aparecimento de folhas junto ao colmo principal (SKINNER; NELSON, 1994).

A DVF é definida pelo tempo decorrido entre o surgimento de uma folha e o início de sua senescência, ou ainda o tempo que essa folha permanece verde. Pode ser definido, também, como o período durante o qual há acúmulo de folhas no perfilho sem que seja

detectada qualquer perda por senescência (LEMAIRE, 1997). As folhas apresentam um tempo de vida limitado, o qual é determinado por características genéticas e influenciado por fatores ambientais, tais como, a temperatura e o manejo. O início do processo de senescência determina a DVF.

Outra variável que também influencia significativamente a morfogênese das plantas forrageiras é a taxa de senescência foliar (TSF). A TSF é afetada pela temperatura da mesma forma que a TAF. Esta determina que, quando o perfilho alcança o seu máximo número de folhas vivas, passa a haver um equilíbrio entre a TAF e TSF das folhas que ultrapassam o seu período de DVF (NABINGER; PONTES, 2001), iniciando então seu processo de senescência seguido de morte.

A senescência de folhas é um processo que implica perda de atividade metabólica e pode ser influenciado pelo ambiente, estágio de desenvolvimento e características próprias das espécies. Vários trabalhos têm mostrado que a TSF ocorre de forma mais rápida em plantas sob condições favoráveis de crescimento do que naquelas submetidas a condições de estresse (PENA, 2007). O processo de senescência de uma lâmina foliar depende das condições às quais ela esteve sujeita durante seu desenvolvimento e não apenas ao período no qual ela se tornou senescente (DURU; DUCROCQ, 2000).

É importante lembrar que apesar da morfogênese ser geneticamente determinada, há forte influência ambiental, sendo a temperatura o fator climático mais influente nas características morfológicas vegetais. A temperatura estimula aumento do número e tamanho de células, então a lâmina foliar cresce mais rápido, menos tempo se necessita para sua emergência, e a lâmina possui maior tamanho final. Para um dado comprimento de bainha foliar, o aumento da temperatura promove aumento tanto no número quanto no tamanho das células, enquanto que a DEF fora da bainha corresponde apenas ao alongamento das células (DURU; DUCROCQ, 2000).

As variáveis morfológicas são de suma importância para o entendimento do desenvolvimento vegetal. Desse modo, a avaliação da morfogênese de plantas forrageiras, devido ao envolvimento com a estrutura da pastagem, surge como alternativa para propostas de manejo visando à melhoria no processo de desfolhação, bem como sua persistência. A combinação destas é determinante das variáveis estruturais comprimento final das folhas, densidade populacional de perfilhos e número de folhas vivas por perfilho que afetarão o índice de área foliar (IAF) e consequentemente o processo de pastejo.

A desfolhação baseada no conhecimento da morfogênese das plantas, como no intervalo de aparecimento de folhas, ou seja, no filocrono, ou número constante de folhas do perfilho, já foi proposta por diversos autores (GRANT et al., 1988; FULKERSON; SLACK, 1995; GOMIDE, 1997), demonstrando a relevância desse conhecimento para o manejo de pastagens.

Como visto, a fim de melhorar a eficiência do uso da pastagem e buscando práticas de manejo que não venham a limitar o animal no emprego de suas estratégias de pastejo, é importante o conhecimento das respostas das plantas à desfolha, em termos de crescimento e senescência. No entanto, poucos trabalhos foram realizados com o objetivo de entender essas respostas nas espécies forrageiras nativas, sendo informações importantes na tomada de decisões quanto às práticas de manejo a serem adotadas na pastagem natural a fim de usufruir seu potencial forrageiro concomitantemente à sua conservação.

O estudo dessas variáveis é ainda restrito a poucas espécies que compõem o ecossistema campestre, podendo ser citados trabalhos com *Andropogon lateralis* (BANDINELLI et al., 2003; MACHADO, 2010); *Piptochaetium montevidense* (Spreng.) (DENARDIN, 2001; MACHADO, 2010) e *Briza subaristata* Lam. (DENARDIN, 2001), *Bromus auleticus* Trin. ex Nees (SOARES et al., 1998), *Stipa setigera* Presl. (PÖTTER et al., 2001), *Paspalum notatum* (EGGERS et al., 2004; TOWNSEND, 2008; MACHADO, 2010); *Coelorhachis selloana* (EGGERS et al., 2004); *Paspalum urvillei* Steud. (QUADROS; BANDINELLI, 2005), *Sorghastrum pellitum* (Hack.) Parodi, *Paspalum plicatulum* Michx., *Aristida laevis* (Nees) Kunth, *Axonopus affinis* e *Saccharum angustifolius* (Nees) (MACHADO, 2010).

### 1.5. Caracterização das espécies estudadas

Gramínea é um termo popular para designar componentes da família Poaceae, segunda maior família de monocotiledôneas, com mais de 700 gêneros e cerca de 10500 espécies. São plantas predominantemente herbáceas utilizadas em jardins, como pastagens para animais e ainda na produção de cereais. Algumas outras famílias têm suas espécies confundidas com Poaceae como Cyperaceae e Juncaceae. As gramíneas são ainda a maior família de plantas com flores polinizadas quase que exclusivamente pelo vento (RAVEN; THOMAS, 2010).

No RS são mais de 500 espécies de gramíneas e, apesar de não constituírem a família mais numerosa, formam a de maior contribuição na produção de biomassa nas pastagens naturais do sul do Brasil. O sucesso das gramíneas está baseado na variabilidade e versatilidade de suas formas biológicas adaptadas às pressões impostas pelo meio ambiente, especialmente relacionadas ao regime hídrico e às ações antrópicas, como uso do fogo e a presença de herbívoros (BOLDRINI et al., 2005).

Os campos naturais da região da Depressão Central do RS, de maneira geral, vinham sendo classificados como de qualidade baixa a mediana, consequência da considerável contribuição de espécies cespitosas, muitas de baixo valor forrageiro em sua composição, com predomínio de espécies de andropogôneas, que formam uma vegetação mais grosseira. No entanto diversos trabalhos já têm mostrado o contrário.

O gênero *Paspalum* ocupa um lugar de destaque, pois engloba grande número de espécies e também o maior número de espécies com bom valor forrageiro (VALLS, 1987). As espécies de *Paspalum* encontram-se distribuídas em praticamente todos os campos naturais sul-americanos e, muitas vezes, são as espécies predominantes e responsáveis pela maior parte da biomassa produzida (SANTOS, 2005). Devido à importância do gênero *Paspalum*, e suas contribuições nas pastagens naturais do RS, trabalhos têm sido conduzidos com o objetivo de avaliar a dinâmica de crescimento dessa espécie.

*Paspalum notatum* Flügg. pertence à subfamília Panicoideae e tribo Paniceae. Popularmente é conhecido como “grama-forquilha ou “grama batatais”. Ocorrem 62 espécies do gênero *Paspalum* nas pastagens nativas do RS, o que caracteriza esse gênero como o de maior importância sob o ponto de vista forrageiro (TOWNSEND, 2008). Em projeto recentemente conduzido no sul do Brasil, sob os cuidados do programa PROBIO, do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2009), foram destacadas as chamadas “plantas para o futuro”, ou seja, espécies nativas com potencial de inserção na matriz agrícola para fins variados, dentre as espécies foram citadas *P. notatum* e *A. affinis* (VALLS et al., 2009).

*Paspalum notatum* apresenta inúmeros biotipos com adaptações às mais variadas condições de solo e clima, e com características muito variadas quanto ao tamanho e espessura do rizoma, tamanho das folhas e das inflorescências, rendimento e qualidade. Segundo Santos et al. (dados não publicados), a grama forquilha apresenta valores de proteína bruta (PB) e digestibilidade in vitro da matéria orgânica (DIVMO) de aproximadamente 7,4% e 47%, respectivamente. Almeida et al. (2006) encontraram, na média do ano, valores aproximados de 10% a 11% de PB e 62 a 65% de fibra em detergente neutro (FDN).

Por esta razão, é uma espécie que merece atenção no manejo dos campos, no sentido de aumentar sua proporção e produtividade (DALL'AGNOL; NABINGER, 2008). A boa persistência dessa espécie faz da grama-forquilha uma fonte de alimentação confiável para produção de bovinos de corte com baixas exigências nutricionais.

*Paspalum notatum* é uma espécie perene de estação quente, com florescimento de novembro a abril, muito resistente ao pisoteio, que vegeta bem em solos mais secos, arenosos e por vezes, pobres em nutrientes. Uma vez estabelecida, requer baixos níveis de controle de pragas, além de tolerar cortes baixos e frequentes, devido à posição ocupada pelos pontos de crescimento que frequentemente estão inseridos no solo, tornando-os praticamente impossíveis de serem removidos (DALL'AGNOL et al., 2006). Propaga-se por sementes e se distribui no solo por meio de estolhos.

*Paspalum plicatulum* Michx. pertence à subfamília Panicoideae e tribo Paniceae. Popularmente conhecida como “grama-colchão”, caracteriza-se por ser uma espécie perene, tolerante a secas, estival e cespitosa. É uma das gramíneas mais frequentes nos campos do sul do Brasil (DALL'AGNOL; NABINGER, 2008), habitando desde os campos arenosos aos duros e argilosos (ARAÚJO, 1971). O pico do crescimento ocorre no verão, sendo lento no início da primavera e diminuindo a partir da floração. A temperatura mínima para seu crescimento é de 6 a 14°C e a ótima está entre 18,9 e 23,3°C (SKERMAN; RIVEROS, 1992), produzindo forragem tenra e palatável quando não florescida.

A grama-colchão apresenta composição bromatológica variável, porém com bom potencial para exploração para produção animal, apresentando valores de PB e FDN entre 11,7 a 22,7% e 55 a 66,8%, respectivamente (SCHEFFER-BASSO; GALLO, 2008) e 8% de PB e 62,3% de DIVMO (SANTOS et al. dados não publicados).

De acordo com Maraschin (2009), *P. plicatulum* parece ser uma espécie que se beneficia com altas ofertas de forragem, pois o autor observou incrementos importantes no número de indivíduos e na sua cobertura, após dois a três anos de pastejo leve. Isso é atribuído a vegetação herbácea mais vigorosa, o que possibilita uma maior produção de sementes e consequentemente um maior número de indivíduos na pastagem. Possui ecotipos extremamente produtivos, razão pela qual essa espécie merece maior atenção (DALL'AGNOL, NABINGER, 2008).

*Andropogon lateralis* (Nees) Hack pertence à subfamília Panicoideae e tribo Andropogoneae. Conhecido popularmente como “capim-caninha”, “capim-taquara” ou “taquari” (ARAÚJO, 1971). Na América do Sul, o Brasil destaca-se com o maior número de

espécies do gênero *Andropogon*, sendo *A. lateralis* uma das espécies mais comuns no estado do RS. Araújo (1971) afirma que talvez fosse a gramínea dominante nos campos primitivos de muitas regiões do Estado, na região dos Campos de Cima da Serra, nos chamados campos de palha grossa, ainda é a espécie dominante.

Na sua maioria são plantas perenes, hábito de crescimento cespitoso que formam touceiras características de cor verde - acinzentado com inflorescências plumosas (ARAÚJO, 1971), com florescimento de novembro a março. Ocorrem em campos úmidos ou secos, em áreas alternadas, como margens de estradas e clareiras (ZANIN; LONGHI-WAGNER, 2006). Hervé e Valls (1980) mencionaram que se trata de uma espécie resistente à geadas, rústica e de rápida dispersão.

*Andropogon lateralis*, no estágio vegetativo, tem boa qualidade e aceitabilidade por parte dos herbívoros. Estudos realizados no Instituto Argentino de Tecnologia Agropecuária (INTA, 1994) com essa espécie mostraram valor médio de digestibilidade de matéria seca de 60,6%, demonstrando o potencial forrageiro da espécie desde que bem manejada. Apresenta bons níveis nutritivos, com cerca de 6% de PB e 45% de DIVMO (SANTOS et al. dados não publicados). Quando em processo de florescimento passa a ser recusada pelo gado devido à redução em sua qualidade (NABINGER; DALL'AGNOL, 2008).

*Andropogon lateralis* destaca-se por sua plasticidade fenotípica, e este processo envolve mudanças fisiológicas nas plantas sempre que estas são expostas a eventos intensos, como o fogo e o pastejo (TRINDADE; ROCHA, 2001, 2002). Quando essa espécie é submetida a uma baixa intensidade de pastejo apresenta hábito de crescimento cespitoso, porém à medida que aumenta a intensidade de pastejo essa espécie tende ao hábito de crescimento prostrado.

*Aristida laevis* (Nees) Kunth pertence à subfamília Aristidoideae e tribo Aristideae (BOLDRINI et al., 2005). Conhecida popularmente por “barba-de-bode-alta”, caracteriza-se por ser uma espécie perene e cespitosa, com florescimento de setembro a novembro, adaptada a solos secos (DALL'AGNOL; NABINGER, 2008), é raramente encontrada em solos úmidos (BOLDRINI et al., 2005). Segundo Longhi-Wagner (1999), *A. laevis* é muito comum no extremo sul do Brasil, diminuindo em abundância para o norte.

Forma touceiras robustas, densas e enfolhadas, porém grosseiras (ARAÚJO, 1971), sendo consumida pelos herbívoros apenas no período de rebrote (DALL'AGNOL; NABINGER, 2008) quando a touceira está “limpa”, sem excesso de vegetação morta. Seu consumo pode ser forçado no período de outono-inverno através do uso de suplementação

protéica (DALL'AGNOL; NABINGER, 2008), favorecendo a produção animal em período considerado desfavorável, além contribuir para a manutenção da cobertura do solo. A barba-de-bode-alta não apresenta alta qualidade bromatológica com valores de PB e DIVMO de cerca de 5% e 37%, respectivamente (SANTOS et al. dados não publicados).

*Axonopus affinis* Chase pertence à subfamília Panicoideae e tribo Paniceae. Conhecido popularmente por “grama-tapete” caracteriza-se por ser uma espécie perene de estação quente e estolonífera, na maioria dos campos do RS substitui a grama-forquilha nas várzeas e baixadas, por sua melhor adaptação a este tipo de solo (DALL'AGNOL; NABINGER, 2008).

*Axonopus affinis* é uma espécie que apresenta facilidade de alastramento e alta tolerância ao pisoteio e desfolha (DALL'AGNOL; NABINGER, 2008), predominando em pastagens manejadas com baixas ofertas (MARASCHIN, 2009). Responde bem a adubação e se recupera de forma rápida de episódios de fogo. Santos et al. (dados não publicados) obtiveram valores de 7,5% e 69% de PB e DIVMO, respectivamente.

## 2. CAPÍTULO 1 - MORFOGÊNESE DE GRAMÍNEAS NATIVAS DO RIO GRANDE DO SUL (BRASIL) SUBMETIDAS A PASTOREIO ROTATIVO

Morphogenesis of Rio Grande do Sul (Brazil) native grasses under rotational grazing

**Resumo** - Pastejo foi um evento presente na formação e evolução das pastagens naturais. Estudos morfogênicos buscam conhecer o desenvolvimento vegetal relacionado ao ambiente. O trabalho objetivou determinar a influência de dois intervalos de pastoreio rotativo, definidos por somas térmicas, 375 e 750 graus-dia, na primavera 2010 e verão 2010/2011, sobre a morfogênese de cinco gramíneas nativas da região central do Rio Grande do Sul, agrupadas segundo uma tipologia funcional. Foram avaliadas taxa de aparecimento, alongação e senescência foliares (TAF/TEF/TSF), filocrono e duração de vida e de alongação foliares (DVF/DEF) em *Axonopus affinis*, *Aristida laevis*, *Andropogon lateralis*, *Paspalum notatum* e *Paspalum plicatulum*. Não houve diferença significativa entre intervalos de pastoreio, mas houve entre espécies e entre estações. *Paspalum notatum* se destacou por apresentar adaptações bem marcadas ao pastejo. *Axonopus affinis* e *P. notatum* foram as espécies com maiores TAF, já *A. lateralis* apresentou características morfogênicas que contradizem a literatura. Quanto às estações, primavera se caracterizou como a estação de crescimento, e verão, como o início do florescimento. Na primavera foram observados maiores valores de TAF, TEF, DEF e menores DVF e filocrono. Pastejo afeta a morfogênese de forrageiras, no entanto, os intervalos de pastoreio usados não tem efeito sobre o desenvolvimento das espécies e a influência estacional é marcante no desenvolvimento dessas gramíneas.

**Palavras-chaves:** Duração da expansão foliar. Manejo. Morfogênese. Pastejo.

**Abstract** – Grazing were constant event in natural grassland formation and evolution. Morphogenic studies seek to know plant development related to environmental. The work aimed to determine rotational grazing influence on five native grasses morphogenesis at central region of Rio Grande do Sul state (RS), grouped according functional typology. Leaf appearance rate, elongation and senescence (LAR/LER/LSR) phyllochron, leaf lifespan and leaf elongation duration (LLP/LED) were evaluated in *Axonopus affinis*, *Aristida laevis*, *Andropogon lateralis*, *Paspalum notatum* and *Paspalum plicatulum*, under two rotational grazing intervals, defined by thermal time, 375 and 750 degree day, during 2010 spring and 2010/2011 summer, in an area with periodic fire use. There was no significant difference between grazing intervals, but there was among species and between seasons. *Paspalum notatum* showed markedly significant grazing adaptations. *Axonopus affinis* and *P. notatum*

were species with the largest LAR, yet *A. lateralis* presented morphogenic characteristics that contradict literature. Spring was characterized as the growing season, and the summer, the flowering initiation. In spring were observed LAR, LER, LES higher values and LLS and phyllochron lower values than summer. Grazing affects the forage plant morphogenesis, however, grazing intervals had no effect on evaluated species development and the seasonal influence marks significantly the native grass development.

**Keywords:** Grazing. Leaf elongation duration. Management. Morphogenesis.

## Introdução

O bioma Pampa, no Brasil, se restringe ao estado do Rio Grande do Sul (RS), ocupando 63% da sua área. Evidências indicam que a dinâmica de evolução dos campos naturais sul-americanos está associada a um regime de distúrbios naturais como herbivoria e queimadas (BEHLING; PILLAR, 2007), determinando uma forte interação entre fogo e pastejo no comportamento das espécies. Na ausência desses distúrbios, os campos são sujeitos ao adensamento de arbustos e, quando próximos de vegetação florestal, à expansão florestal.

O pastejo é o fator mais importante que afeta a vegetação herbácea na maioria das áreas de pastagem natural do mundo. No entanto, respostas de comunidades vegetais ao pastejo são de difícil predição devido ao grande número de espécies nas pastagens naturais (CRUZ et al., 2010). Assim, o estudo de espécies baseado em uma tipologia funcional surge como ferramenta auxiliar no reconhecimento e no manejo de ambiente de alta diversidade.

Para melhor entendimento dos processos fisiológicos do desenvolvimento vegetal, o estudo de características morfogênicas se baseia no aparecimento, alongação e duração de vida das folhas, em pastagens em estado vegetativo. No entanto, para espécies nativas do RS, trabalhos avaliando a morfogênese destas ainda são escassos.

Esse trabalho objetivou avaliar a morfogênese de gramíneas nativas na região central do RS, submetidas a dois intervalos de pastoreio rotativo, determinados por somas térmicas, durante primavera e verão.

## Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido em área pertencente à Universidade Federal de Santa Maria, localizada na região fisiográfica da Depressão Central/RS, coordenadas 29°43' S, 53°42' W, com altitude de 95m acima do nível do mar. O clima da região é Cfa, subtropical úmido, segundo a classificação de Köppen com precipitação média anual de 1769 mm; temperatura média anual de 19,2° C, com média das mínimas de 9,3° C em junho e média das

máximas de 24,7°C em janeiro; e umidade relativa do ar média de 82%. As variáveis meteorológicas do período de avaliação são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Variáveis meteorológicas<sup>1</sup> - Temperaturas máximas (T máx.), mínimas (T mín.) e médias (T média) com valores reais e históricos (Hist.), umidade relativa (U rel.) e precipitação (Precip.), mensais do período de avaliação. Santa Maria /RS, 2010/ 2011.

Variáveis	Outubro		Novembro		Dezembro		Janeiro		Fevereiro		Março	
meteorológicas	Real	Hist.	Real	Hist.	Real	Hist.	Real	Hist.	Real	Hist.	Real	Hist.
T máx. (°C)	22,7	-	24,5	-	28	-	28,4	-	27,4	-	24	-
T mín. (°C)	15	-	13,5	-	15,6	-	22,4	-	21,1	-	17	-
T média (°C)	18,3	18,8	20,4	21,4	23,1	22,7	25,4	24,6	24,1	24	22,3	22,2
U rel. (%)	75	-	71	-	71,5	-	79	-	82	-	76	-
Precip. (mm)	55	146	78,6	132,2	106	133,5	130	145	184	130,2	164,9	151

<sup>1</sup> Estação meteorológica do 8º Distrito de Meteorologia, localizado na UFSM e pertence à rede do Instituto Nacional de Meteorologia INMET.

Na área predomina solo de formação Santa Maria, com Planossolo eutrófico nas baixadas e Podzólico bruno acinzentado distrófico nos topo e encostas (EMBRAPA, 2006).

As avaliações ocorreram no período de setembro de 2010 a março de 2011. O estudo foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado com dois tratamentos e três repetições, em uma área de 24 ha subdividida em poteiros de 0,5 ha. Foram avaliados dois intervalos de pastoreio rotativo (375 e 750 GD) e o critério utilizado para determinar o intervalo de pastoreio foram somas térmicas acumuladas equivalentes à duração média da expansão foliar das espécies representativas dos grupos funcionais A (375 GD) e D (750 GD), respectivamente (QUADROS et al., 2009). Assim avaliaram-se áreas pastoreadas com intervalo de desfolhações curto, de 375 graus-dia (GD) (IC), e áreas pastoreadas com intervalo de desfolhações longo, de 750 GD (IL), sendo a soma térmica obtida através da equação:  $ST = \sum Tmd$ . Onde:  $\sum Tmd$  é o somatório das temperaturas médias diárias do período (INMET, 2004).

Foram selecionadas para avaliação seis parcelas experimentais de 0,5 ha, sendo três representativas do intervalo de pastoreio de 375 GD e três do intervalo de 750 GD. As espécies avaliadas são enquadradas nos tipos funcionais (TF) A, B, C e D segundo o teor de matéria seca e a área foliar específica (QUADROS et al., 2009): *Axonopus affinis* Chase (TF A), *Andropogon lateralis* Nees e *Paspalum notatum* Füegge (TF B), *Paspalum plicatulum* Michx. (TF C) e *Aristida laevis* Nees (TF D). A escolha das espécies se deu pela abundância

na massa de forragem nas pastagens naturais da região da Depressão Central do RS e por serem espécies representantes dos tipos funcionais supracitados.

A ocupação da pastagem correspondeu ao tempo necessário para a redução a um valor de massa de forragem (MF) residual entre 1500 a 2000 kg/ha de MS (dois a quatro dias). Os animais experimentais foram novilhas, com idade inicial de 17 meses e bezerras, com sete meses, como animais-teste e mais animais reguladores da MF. O número de animais reguladores era definido em função da diferença entre a MF inicial e a residual acima citada, considerando um desaparecimento diário de forragem equivalente a 4,5% do peso vivo.

Para a determinação das variáveis morfogênicas foi utilizada a técnica de “perfилhos marcados” descrita por Carrère et al. (1997). Em cada potreiro foram marcados, com fios telefônicos coloridos de 1,0 mm de espessura, vinte perfилhos vegetativos por espécie escolhidos aleatoriamente ao longo do potreiro em um transecto de cerca de 50 m a fim de que este fosse representativo da área.

As avaliações foram realizadas a cada sete dias onde foram contadas as folhas verdes e medido o comprimento da lâmina foliar (cm). As folhas completamente expandidas foram medidas a partir de sua lígula; as folhas em expansão foram medidas a partir da lígula da última folha completamente expandida e nas folhas em senescência foi medida apenas a porção verde da lâmina foliar. A partir dos dados obtidos foram calculadas as variáveis taxa de aparecimento foliar (TAF; folhas/GD), filocrono (GD), duração de vida foliar (DVF; GD), duração de elongação foliar (DEF; GD), taxa de senescência foliar (TSF; cm/GD) e taxa de elongação foliar (TEF; cm/GD), para as estações de primavera e verão.

A TAF foi calculada a partir do coeficiente angular da regressão linear entre o número de folhas surgidas por perfilho e a soma térmica acumulada. O filocrono foi considerado como o valor inverso da TAF. A DEF foi obtida a partir do produto entre o número médio de folhas em expansão e o filocrono correspondente, e a DVF, pelo produto do número médio de folhas verdes por perfilho e seu filocrono. A TEF foi calculada a partir da relação entre a variação do comprimento das folhas em elongação entre duas avaliações sucessivas e a soma térmica acumulada no período correspondente. A TSF, a partir da relação entre a variação do comprimento do material senescente foliar entre duas avaliações e a soma térmica acumulada no período correspondente.

Os dados das características morfogênicas foram submetidos à análise de ordenação, através da análise de coordenadas principais, com a padronização dos dados pela amplitude de

variação, e à análises de variância, utilizando testes de aleatorização com o software MULTIV (PILLAR, 2004) comparando os intervalos de pastoreio, as estações e as espécies.

### Resultados e discussão

A Figura 1 representa a relação entre as variáveis morfogênicas das espécies avaliadas nas estações de primavera e verão. O diagrama de ordenação sintetizou 85,3 % da variação presente entre as variáveis morfogênicas das espécies e as estações.

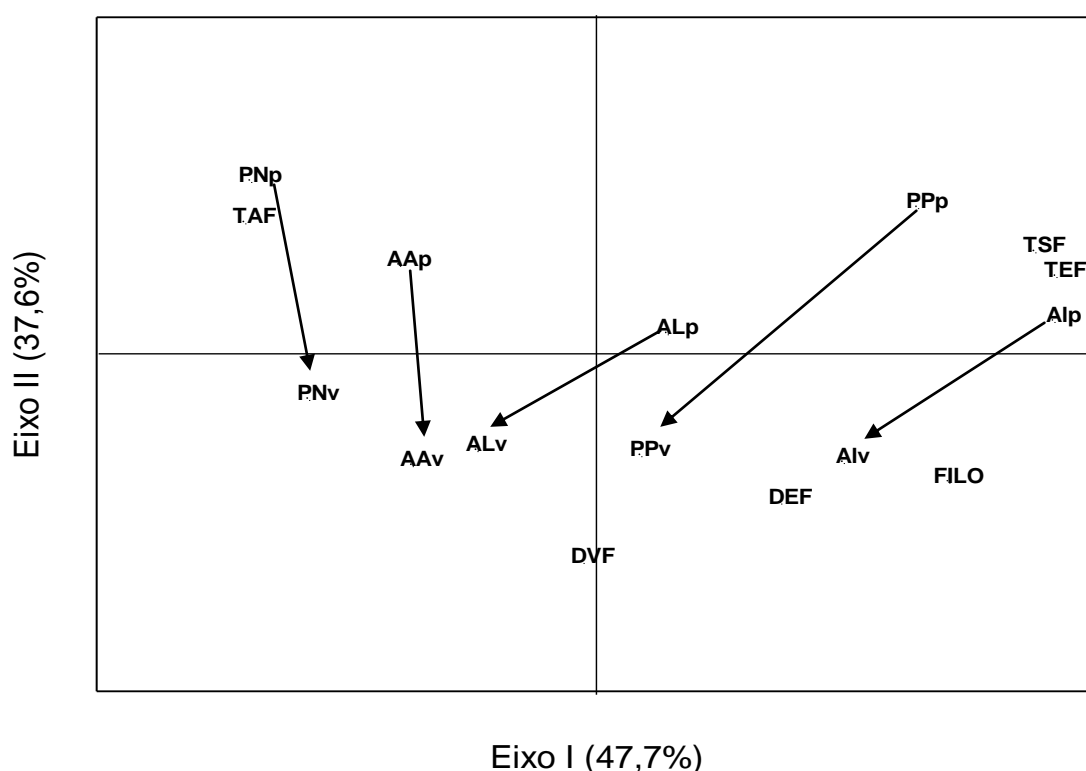


Figura 1 - Diagrama de ordenação das variáveis morfogênicas das espécies avaliadas segundo as estações. As espécies estão dispostas no plano de ordenação, de acordo com suas correlações com os eixos I e II, assim como as variáveis. Legenda das espécies: AA = *Axonopus affinis*, AL = *Andropogon lateralis*, Al = *Aristida laevis*, PN = *Paspalum notatum* e PP = *Paspalum plicatulum*. Legenda das estações: p = primavera; v = verão. Legenda das variáveis: TAF = taxa de aparecimento foliar; DVF = duração de vida foliar; DEF = duração da elongação foliar; FILO = filocrono; TEF = taxa de elongação foliar; TSF = taxa de senescência foliar. As transecções apresentadas representam as trajetórias da variação do comportamento das espécies da primavera para o verão.

O quadrante inferior esquerdo foi caracterizado pela espécie *P. notatum*, sendo esta bem relacionada à TAF, nas duas estações, assim como *A. affinis*, apresentando assim relação

semelhante à do *P. notatum* com a TAF. Este resultado era esperado, uma vez que as espécies são representantes de tipos funcionais (A e B) que enquadram espécies com alta renovação foliar, observada através de altas TAF e reduzidos filocrono e duração de vida foliar (QUADROS et al., 2009).

No entanto, na Figura 1 é possível observar distanciamento das duas espécies acima da variável TAF na estação do verão, representando com isso redução da variável nessa estação. Ressalta-se também a manutenção da relação inversa existente entre as variáveis TAF e TEF, sob as condições experimentais utilizadas.

Nos quadrantes inferior e superior direito, observa-se a presença das demais variáveis morfogênicas avaliadas. É importante destacar a relação das espécies *P. plicatulum* e *A. laevis* com as variáveis DEF, TEF e TSF, nas duas estações. Conforme apresentado nas tabelas a seguir, são as espécies que apresentaram maiores valores para as duas últimas variáveis, concordando também com a literatura, pois essas são espécies de hábito de crescimento cespitoso, que formam touceiras densas, de maior tamanho final de folha, e *A. laevis* principalmente, com grande acúmulo de matéria morta (QUADROS et al., 2009).

Não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos avaliados para nenhuma das características morfogênicas, mas houve diferença significativa entre espécies ( $P < 0,001$ ) e entre estações ( $P < 0,001$ ), por isso, os dados das variáveis morfogênicas avaliadas são apresentados em valores médios por espécie e por estação nas Tabelas 2 e 3.

Após o pastejo, a produção de forragem em pastagens é garantida pelos processos de crescimento de folhas e perfilhos. Logo, os atributos morfológicos, taxas de rebrotação e permanência de vida das folhas são importantes parâmetros no estabelecimento de modelos de manejo de pastagens (PARSONS; PENNING, 1988), justificando a importância de estudos de morfogênese de plantas forrageiras para definição de métodos de manejo com pastoreio. Não houve variação significativa entre os intervalos de pastoreio para as variáveis TAF e filocrono, havendo, no entanto, diferenças significativas entre as estações. Foi observada, em média, redução nas TAF para as cinco espécies avaliadas e consequentemente maiores valores de filocrono no verão.

Filocrono é uma característica morfogênica definida como o intervalo térmico entre o aparecimento de folhas sucessivas em um colmo, ou seja, a temperatura é decisiva na variação do ritmo de aparecimento de folhas (EGGERS et al., 2004) e este conceito é importante para entender e descrever o desenvolvimento em gramíneas. O filocrono corresponde ao valor inverso da TAF, sendo que esta característica desempenha papel central na estrutura do pasto,

pois está relacionado com as características estruturais do mesmo, definindo assim o IAF, ponto chave para o manejo. As espécies que apresentaram as maiores TAF foram *A. affinis* e *P. notatum* em ambos os intervalos de pastoreio nas duas estações avaliadas (Tabelas 2 e 3).

Essas espécies são enquadradas nos TF A e B, que se caracterizam por apresentar altas TAF e reduzidos intervalos de aparecimento de folhas, possuindo assim uma alta renovação foliar. Essas características permitem às plantas serem submetidas a eventos de desfolhações frequentes e sob alta carga animal. A TAF é responsável pela velocidade de formação de superfície fotossintético, responde pelo potencial de perfilhamento e, juntamente com a TEF, determina a intensidade de crescimento vegetal (CONFORTIN et al., 2007).

Tabela 2 – Valores médios dos intervalos de pastoreio e coeficientes de variação (CV) de taxa de aparecimento (TAF; n° folhas/graus-dia), filocrono (FILO; graus-dia), duração de vida foliar (DVF; graus-dia), duração de alongação foliar (DEF; graus-dia), taxa de alongação foliar (TEF; cm/graus-dia) e taxa de senescência foliar (TSF; cm/ graus-dia) na primavera de 2010, Santa Maria/RS.

		Espécies				
		<i>A. affinis</i>	<i>A. laevis</i>	<i>A. lateralis</i>	<i>P. notatum</i>	<i>P. plicatulum</i>
TAF	médio	0,0041*	0,0026	0,0032	0,007	0,0035
	CV	(± 0,001)	(± 0,0005)	(± 0,0007)	(± 0,0013)	(± 0,0007)
FILO	médio	24,3	19,9	24,0	18,8	20,2
	CV	266 (± 63)	399 (± 74)	395 (± 76)	151 (± 28)	294 (± 56)
DVF	médio	22,8	18,4	22,8	18,2	19,2
	CV	1142	1310	1188	1012	1075
DEF	médio	(± 265)	(± 333)	(± 303)	(± 1888)	(± 244)
	CV	22,6	25,5	25,5	18,5	22,9
TEF	médio	350 (± 83)	525 (± 91)	436 (± 99)	400 (± 85)	409 (± 93)
	CV	22,7	17,2	22,7	28,1	20,5
TSF	médio	0,021	0,064	0,032	0,024	0,052
	CV	(± 0,0085)	(± 0,028)	(± 0,016)	(± 0,0085)	(± 0,024)
	médio	41,3	45,4	52,7	36,1	44,4
	CV	0,033	0,117	0,057	0,033	0,138
	médio	(± 0,029)	(± 0,113)	(± 0,057)	(± 0,025)	(± 0,101)
	CV	81,0	93,7	89,3	72,0	66,0

\*Desvio padrão

Os filocronos obtidos para as cinco espécies avaliadas variaram conforme as Tabelas 2 e 3. Considerando a relação inversa do filocrono com a TAF, os menores intervalos entre aparecimento de folhas foram observados para as espécies com maiores valores de TAF, ou seja, *P. notatum* e *A. affinis*. Os processos de formação e desenvolvimento de folhas são fundamentais para o crescimento vegetal, considerando o papel das folhas na fotossíntese, a fotossíntese bruta de uma pastagem aumenta à medida que se aumenta a área de folhas disponível para interceptar a luz por unidade de área de solo (GASTAL; BÉLANGER, 1992) aumento esse bem representado por altas TAF.

Machado (2010), estudando oito espécies nativas do RS sob adubação nitrogenada de 100 kg de N/ha no verão, obteve para *A. affinis* e *P. notatum*, TAF média de 0,007 folhas/GD, não encontrando, porém, diferença estatística entre os tratamentos, adubado e não adubado. Fatores como limitações hídricas e nutricionais podem influenciar estas variáveis, assim como o padrão de desfolha, principalmente relacionados às variações na altura e oferta de forragem (GRANT et al., 1988). Considerando a afirmação acima, conforme a Tabela 1, as médias pluviométricas do período experimental foram similares às médias históricas para cada mês de avaliação na cidade de Santa Maria/RS, não influenciando portanto nos resultados.

Para *A. lateralis*, componente de grande expressão nas pastagens naturais de várias regiões do bioma Pampa, não foi observada diferença significativa para as características TAF e filocrono entre os tratamentos sendo, na média das estações, TAF de 0,003 folhas/GD e o filocrono em torno de 375 GD, valores de TAF inferiores (Tabelas 2 e 3) em relação aos obtidos por Machado (2010), de cerca de 0,006 folhas/GD para mesma espécie. A importância significativa para produção animal dessa espécie nas pastagens do bioma Pampa, onde ela é amplamente distribuída, justifica o estudo de suas características morfogênicas, visando tal fim.

Avaliando o efeito do fogo sobre o rebrotamento de *A. lateralis*, Trindade e Rocha (2001) obtiveram valores de TAF superiores (média de 0,063 folhas/dia) assim como valores inferiores de filocrono (média de 196 GD) aos deste trabalho. O baixo valor de filocrono observado pelos autores acima provavelmente esteja relacionado à maior velocidade de rebrote proporcionada pela disponibilização de nutrientes nos tratamentos queimados e com alta massa de forragem. Os resultados encontrados pelos autores acima corroboram com os autores citados na sequência que afirmam que espécies prostradas podem sofrer mais os efeitos do fogo que espécies cespitosas, porque as últimas são naturalmente protegidas pelo alto acúmulo de material morto que protege as gemas, diferentemente das espécies prostradas

(JACQUES, 2003). A queima favorece as espécies andropogôneas em detrimento de gramíneas e leguminosas de hábito prostrado (HERINGER, 2000).

Tabela 3 – Valores médios dos intervalos de pastoreio e coeficientes de variação (CV) de taxa de aparecimento (TAF; n° folhas/GD), filocrono (FILO; graus-dia), duração de vida foliar (DVF; graus-dia), duração de elongação foliar (DEF; graus-dia), taxa de elongação foliar (TEF; cm/GD) e taxa de senescência foliar (TSF; cm/GD) no verão de 2010/2011, Santa Maria/RS.

		Espécies				
		<i>A. affinis</i>	<i>A. laevis</i>	<i>A. lateralis</i>	<i>P. notatum</i>	<i>P. plicatulum</i>
		0,0034*	0,0023	0,0031	0,0051	0,0033
TAF	médio	(± 0,00087)	(± 0,00062)	(± 0,0086)	(± 0,0012)	(± 0,00082)
	CV	24,7	24,4	27,6	27,4	27,4
FILO	médio	338 (± 86)	470 (± 106)	355 (± 106)	210 (± 45)	325 (± 77)
	CV	21,3	23,4	28,9	25,5	22,6
		1538	1325	1473	1427	1603
DVF	médio	(± 452)	(± 364)	(± 428)	(± 320)	(± 457)
	CV	22,3	28,6	28,3	29,4	27,3
DEF	médio	434 (± 117)	604 (± 148)	486 (± 129)	553 (± 121)	503 (± 130)
	CV	22,2	25,9	26,1	27,0	24,5
		0,012	0,039	0,016	0,014	0,032
TEF	médio	(± 0,006)	(± 0,017)	(± 0,006)	(± 0,006)	(± 0,016)
	CV	45,3	51,1	38,6	48,8	42,9
		0,012	0,052	0,021	0,015	0,041
TSF	médio	(± 0,007)	(± 0,022)	(± 0,0123)	(± 0,007)	(± 0,024)
	CV	47,3	61,7	59,6	63,5	43,4

\*Desvio padrão

No entanto, Trindade e Rocha (2002), buscando avaliar a resposta morfogênica também do capim-caninha sob os distúrbios fogo e pastejo, obtiveram filocrono médio de 495 GD sendo o menor valor dessa variável obtido no tratamento pastejado e sem queima (325 GD), se aproximando mais dos valores encontrados neste trabalho. Cruz (1998), sobre a morfogênese da mesma espécie em diferentes pressões de pastejo, obteve valores de filocrono de cerca de 392 GD, se aproximando também dos valores obtidos neste trabalho, em média de 375 GD em ambas as estações.

Acredita-se que, sobre a vegetação natural, o efeito mais importante é o do pastejo, pois, embora ambos, fogo e pastejo, removam área foliar das plantas, o pastejo continua a reduzir o material verde das lâminas foliares ao longo de toda a estação de crescimento, afetando sua taxa de acumulação (NOY-MEIR, 1995). A reação da planta à desfolha envolve mais de uma característica adaptativa, que pode ser fisiológica ou morfológica, no início tem-se uma adaptação fisiológica à restrição de carboidratos durante o crescimento da planta e, posteriormente, ocorre a plasticidade morfológica para a redução da desfolha, o que confere tolerância da planta ao pastejo (BRISKE, 1991).

Deve-se considerar também que *A. lateralis*, devido sua plasticidade fenotípica, dependendo da intensidade com que os eventos ocorrem, pode mudar sua resposta a estes, apresentando hábito de crescimento cespitoso ou rasteiro, provavelmente, quando exposta a eventos intensos tais como o fogo e o pastejo (TRINDADE; ROCHA, 2001, 2002). Apesar de Cruz e Boldrini (1998) afirmarem que o capim-caninha é uma espécie de crescimento lento e de Trindade e Rocha (2001) corroborarem com esta afirmação, segundo os resultados obtidos neste estudo, *A. lateralis* apresenta valores intermediários de TAF e filocrono se comparado às outras quatro espécies avaliadas.

É possível notar redução dos valores de TAF da primavera para o verão, quando observadas simultaneamente as Tabelas 2 e 3. Vários autores comentam que TAF tende a diminuir durante o crescimento da planta, entretanto a taxa de iniciação de folhas no meristema apical permanece constante segundo a temperatura, mas com a variação positiva do comprimento da bainha foliar em gramíneas, há maior demora no surgimento de folhas acima do pseudocolmo (DURU; DUCROQ, 2000).

Vilela et al. (2005), estudando as características morfogênicas e estruturais de *Cynodon dactylum* cv. *Coastcross*, gramínea cultivada de estação quente, manejada sob sistema de lotação rotacionada com vacas em lactação, obtiveram maior TAF na primavera e maior TEF no verão. Isso demonstra a variação da morfogênese vegetal conforme estação de crescimento, efeito observado de forma semelhante no presente estudo em espécies nativas.

Santos (2005), avaliando a dinâmica de crescimento de cinco gramíneas nativas do gênero *Paspalum* através de características morfogênicas, obteve para *P. notatum*, filocrono médio entre dois biotipos avaliados de 141 GD na primavera. No presente estudo foram encontrados valores inferiores aos de Santos (2005), o que permite inferir sobre o efeito modificador do pastejo na morfogênese das plantas. Porém, Eggers et al. (2004) observaram

que o filocrono de *P. notatum* foi independente da intensidade de pastoreio, com valor médio de 164 GD para a estação de verão.

Townsend (2008), analisando biotipos de grama-forquilha, “André da Rocha” e “Bagual”, sob adubação nitrogenada, observou valores de filocrono no verão inferiores (117 e 126 GD, respectivamente) aos observados para a espécie neste trabalho (Tabelas 2 e 3). Neste caso, a adubação de N usada pelo autor teve efeito sobre as características morfogênicas das plantas reduzindo o intervalo de aparecimento das folhas. Quadros et al. (2005), para a gramínea nativa *Paspalum urvillei* (Steud.) sob adubação de fósforo e potássio, observaram TAF média de 0,074 folhas/dia com variação de 0,065 a 0,089 folhas/dia, e filocrono médio de 197 GD com variação de 166 a 250 GD, valores estes semelhantes aos obtidos neste trabalho para uma das espécies representantes do gênero *Paspalum*, a grama-forquilha, mostrando que o uso do N parece ter mais influência no aparecimento de folhas do que fósforo e potássio.

O aumento na TAF pode servir para reduzir a probabilidade de desfolhação e ser considerado um mecanismo de escape ao pastejo (BRISKE, 1991). A probabilidade de desfolha de uma folha individual depende, no entanto de sua posição dentro do dossel, sendo que folhas longas têm maior possibilidade de serem desfolhadas do que folhas menores (LEMAIRE et al., 2009). Folhas em expansão podem ser menos frequentemente desfolhadas do que folhas maduras porque são mais curtas, no entanto podem estar localizadas em posição mais superior às demais. Quando as folhas são cortadas, se tornam mais curtas e a probabilidade de sofrerem mais desfolhas decresce.

O predomínio de espécies prostradas como *P. notatum* e *A. affinis* ocorre quando a pastagem é manejada com baixas ofertas de forragem, o que evidencia a adaptação destas espécies a altas intensidades de pastoreio (MARASCHIN, 2009). A predominância de espécies prostradas foi observada de forma mais visível no intervalo de pastoreio curto, pois os eventos de desfolha foram mais frequentes. Já no intervalo longo, houve predomínio do estrato superior da pastagem, com destaque para espécies de hábito de crescimento cespitoso como *A. laevis*, *Aristida jubata* (Arech.), *Saccharum angustifolius* Nees, *Sorghastrum* sp. entre outras (GARAGORRY, 2012).

As espécies *A. laevis* e *P. plicatulum* possuem hábito de crescimento cespitoso com formação de touceiras. Essas espécies se enquadram nos TF D e C, respectivamente. O TF D se caracteriza por agrupar espécies consideradas de conservação de recursos, apresentando reduzidas taxas de renovação de tecidos e consequentemente reduzida TAF, elevado intervalo

de aparecimento de folhas e folhas duradouras. Para Machado (2010), *A. laevis* foi uma das espécies que apresentou reduzida TAF e elevado filocrono, assim como no presente trabalho, onde entre as cinco espécies avaliadas, foi a espécie de menor TAF média e consequentemente, maior filocrono entre os intervalos de pastoreio (Tabelas 2 e 3).

O TF C engloba espécies com características intermediárias entre os TF B e D. Das espécies estudadas, *P. plicatulum*, a grama-colchão é a representante deste TF, apresentando reduzidas TAF e valores de filocrono intermediários, ficando os valores aproximados tanto de *A. laevis* quanto de *A. lateralis*, concordando com a afirmação acima. Machado (2010) obteve para a grama-colchão TAF média de 0,006 folhas/GD e filocrono médio de 172 GD, sendo a TAF superior aos obtidos neste estudo. *P. plicatulum* apesar de se enquadrar no TF C, apresenta características bromatológicas compatíveis com exigências mínimas para produção de ruminantes, com boa tolerância à seca e boa produção de matéria seca no outono, segundo Scheffer-Basso e Gallo (2008).

Logo, apesar da desvalorização dada às espécies de característica “entouceirada”, pode-se ressaltar que são as plantas de hábito cespitoso que mantêm, nas estações de crescimento desfavoráveis (outono e inverno) das pastagens nativas do bioma Pampa, produção de matéria seca que promove oferta de alimento, mesmo que reduzida, além de manter a cobertura do solo evitando sua degradação e mantendo a retenção de água no solo dessas áreas.

A DVF, definida como tempo decorrido entre o surgimento de uma folha e o início de sua senescência, é uma característica morfogênica de grande importância e que pode ser usada também como ferramenta de manejo de pastagens. As DVF obtidas não apresentaram diferença entre os tratamentos, mas sim entre as espécies, variação apresentada nas Tabelas 2 e 3. Plantas com altas TAF apresentam folhas menos longevas (QUADROS et al., 2009), pois com a alta renovação de tecidos foliares, estes duram menos a fim de dar espaço às folhas novas e também de serem usados na ciclagem de nutrientes, através da sua mobilização das folhas velhas ou mortas para a formação e crescimento das novas.

Machado (2010) observou para a grama-tapete DVF de 506 GD, valor semelhante ao encontrado para a grama-colchão, DVF de 518 GD. Apesar de essas espécies possuírem características diferentes, segundo a autora, suas variáveis número de folhas verdes, filocrono e DVF foram semelhantes. No presente trabalho, entretanto, para a DVF de ambas as espécies foram observados valores médios superiores, de 1142 GD na primavera e 1538 GD no verão para a grama-tapete, e 1075 e 1603 GD, primavera e verão, respectivamente, para a grama-colchão. Os maiores valores de DVF foram observados, em média, nas espécies barba-de-

bode alta e grama-colchão, seguidas por capim-caninha. Sendo as espécies *A. laevis* e *P. plicatulum* pertencentes aos TF D e C, respectivamente, seria esperado que ambas apresentassem valores mais elevados de DVF devido suas características de plantas conservadoras de recursos.

A grama-forquilha também apresentou valores altos de DVF, se comparado aos resultados de Machado (2010) para a mesma espécie. Foram observadas DVF média de 1012 e 1427 GD na primavera e verão, respectivamente sob condição de pastoreio rotativo e queimada prévia. A autora acima obteve DVF para grama-forquilha de 704 GD no verão sob adubação nitrogenada. Em trabalhos com espécies tropicais cultivadas, verificou-se tanto aumento da DVF com a aplicação de N (GARCEZ NETO et al., 2002), como diminuição desta (MARTUSCELLO et al., 2005).

Além disso, deve-se considerar que no trabalho supracitado, as plantas foram retiradas de uma área de pastagem natural e transplantadas e, principalmente, que o controle do crescimento das espécies foi realizado através de cortes a 5 cm do solo nas espécies estoloníferas e rizomatosas. Logo, o manejo de pastoreio rotativo a campo pode fazer com que as plantas respondam de maneira diferenciada.

Não se deve esquecer, também, que todas as áreas experimentais vinham recebendo queimadas bianuais há vários anos e que por isso, provavelmente, as plantas já apresentem adaptações aos eventos de fogo, como características específicas sob essas condições ambientais. Logo apesar do efeito do fogo não ter sido avaliado, ele possivelmente esteja influenciando de forma indireta nos resultados.

Segundo Heringer e Jacques (2001), há uma forte interação ente fogo e pastejo no comportamento das espécies, sendo que plantas aptas a reduzir a herbivoria promovem a “herbivoria” pelo fogo. Essa característica pode ser visualizada em espécies caracterizadas pelo elevado acúmulo de material morto ao seu redor através da formação de touceiras, característica bem observada em *A. laevis*, e em menor proporção em *P. plicatulum*. As propriedades químicas e morfológicas das espécies individuais, frequentemente associadas às defesas contra herbívoros e a adaptação para sobreviver à seca bem como o arranjo de comunidades no espaço, influenciam a susceptibilidade destas ao fogo.

Folhas têm duração de vida definida assim como os perfilhos. Estas são mais ativas fotossinteticamente quando até alcançarem a expansão total. Com a idade, sua capacidade fotossintética diminui. Santos (2005) obteve DVF para *P. notatum* de 1543 GD para o biotipo “André da Rocha” no verão, valor este próximo aos encontrados no presente trabalho.

Towsend (2008), estudando as características produtivas de gramíneas nativas do gênero *Paspalum* em resposta à disponibilidade de N, obteve para *P. notatum* “André da Rocha” e “Bagual” no verão, DVF de 720 e 780 GD/folha, respectivamente. No entanto, tanto em Machado (2010) quanto Towsend (2008) e Santos (2005) houve, nos três trabalhos, o uso de adubação nitrogenada que deve ter influenciado nos resultados. Aumentos na TAF por adubação nitrogenada atuam de forma oposta junto à DVF, reduzindo-a.

Mazzanti e Lemaire (1994) afirmaram que, em geral, ocorre diminuição na DVF em alta disponibilidade de N, em função da competição por luz, determinada pelo aumento da TEF e pelo maior tamanho final das folhas. Os elevados valores de DVF para a grama-forquilha demonstraram que, sob pastoreio rotativo com intervalo de desfolhações determinado por somas térmicas, as folhas desta espécie são mais duradouras do que sob outras condições, conforme discutido anteriormente. Vale ressaltar, por exemplo, que algumas espécies podem apresentar como resposta morfogênica, uma estratégia de escape ao pastoreio contínuo através da formação de folhas de reduzido tamanho e menos longevas (QUADROS et al., 2009), estratégia essa desnecessária na alternativa de manejo.

Outra característica morfogênica de grande importância é a DEF que corresponde ao tempo em que as folhas permanecem alongando e está diretamente relacionada à TEF e ao comprimento final da lâmina foliar. Os maiores valores de DEF foram observados na espécie *A. laevis* em ambas as estações (Tabelas 2 e 3) e nos dois intervalos de pastoreio. Os menores valores foram obtidos para a grama-tapete conforme as tabelas citadas. Sendo a DEF altamente relacionada à TEF, esta característica seguirá a tendência mostrada pela TEF.

O agrupamento em TF aborda características específicas como alongação foliar; o TF D, aqui representado por *A. laevis*, agrupa espécies com alta alongação foliar, ou seja, altas TEF e consequentemente, altas DEF. De forma inversa, o TF A (a grama-tapete, por exemplo) agrupa espécies com alta renovação foliar, ou seja, espécies com alta TAF e consequentemente reduzidas TEF, DEF e comprimento de lâmina foliar.

Machado (2010) encontrou valor superior de DEF para *A. laevis* (711 GD) sob adubação nitrogenada, comparado a este estudo onde foram obtidos valores médios de 525 e 604 GD, na primavera e verão, respectivamente. O menor valor de DEF para essa autora foi encontrado para *A. affinis*, assim como neste estudo, porém com valores superiores desta variável (Tabelas 2 e 3). *P. notatum*, *A. lateralis* e *P. plicatulum* apresentaram valores de DEF intermediários, no geral superiores aos de Machado (2010), e também superiores no verão comparado à primavera.

As maiores TEF, conforme esperado, foram observadas nas espécies *A. laevis* e *P. plicatulum* (Tabelas 2 e 3). Conforme citado anteriormente, ambas as espécies são agrupadas, segundo Quadros et al. (2009), em TF caracterizados por alta TEF e considerável comprimento de lâmina foliar. Cabe ressaltar que *P. plicatulum*, na primavera, obteve a maior TEF (0,0084 cm/GD). Schnyder et al. (2000) afirmam que desfolhas frequentes levam a uma redução da TEF, o que estaria associado com o decréscimo na taxa de produção foliar e na DEF.

As espécies *A. affinis*, *A. laterais*, *P. notatum*, e *P. plicatulum*, em média, mostraram aumento da TEF de acordo com o aumento no período de descanso da pastagem e um efeito da influência estacional sobre a elongação foliar com redução deste processo no verão (Tabelas 2 e 3). Townsend (2008) obteve em *P. notatum* valores de 0,152 e 0,177 cm/GD de TEF sob adubação nitrogenada no verão. Machado (2010) encontrou para a mesma espécie valor muito inferior de TEF, 0,01458 cm/GD, na mesma estação, porém com diferente nível de adubação. Quadros et al. (2005) em *P. urvillei* encontraram valores um pouco superiores aos encontrados no trabalho para uma das espécies do mesmo gênero, *P. notatum*, (Tabelas 2 e 3), com TEF média de 0,375 mm/GD com variação de 0,316 a 0,464 mm/GD sem obter diferença estatística para a adubação.

Bandinelli et al. (2003), avaliando *A. lateralis* sob quatro níveis de N, obtiveram valores médios de TEF de 0,505 e 0,58 mm/GD, na primavera e verão, respectivamente, sendo estes superiores aos do presente trabalho. Trindade (1999) estudando a mesma espécie observou valores de 0,35 cm/afilho/dia, na média dos tratamentos queimados e excluídos de pastejo, e 0,33 cm/afilho/dia para o tratamento pastejado na primavera.

Neste estudo, valores em torno de 0,03 e 0,016 cm/GD de TEF, primavera e verão, na média dos tratamentos, respectivamente, foram encontrados para o capim-caninha. No verão e com uso de N, Machado (2010) observou TEF média entre tratamentos, de 0,02 cm/GD na mesma espécie. Foi observado um efeito estacional bem marcado nas características de morfogênese discutidas em praticamente todas as espécies, porém vale ressaltar que as mesmas são caracterizadas como sendo de estação quente ou estivais e, segundo Boldrini et al. (2005), apresentam seu período vegetativo na primavera, e o florescimento no verão, o que justifica em parte os resultados observados.

Logo, devido ao período reprodutivo ocorrer no verão, uma das épocas avaliadas, para a maioria das espécies aqui estudadas, foi observado resposta diferenciada entre as estações. Em *Dactylis glomerata*, Duru e Ducrocq (2000) observaram que o aumento da DEF em

função da altura do dossel foi devido ao maior comprimento de pseudocolmo, sendo este efeito considerado como o início do processo reprodutivo seguido posteriormente pelo alongamento dos entrenós. Do mesmo modo, os maiores valores de filocrono encontrados no período do verão para as espécies citadas está relacionado ao alongamento dos entrenós, (LEMAIRE; AGNUSDEI, 1999). Segundo os autores, ocorre uma alteração de prioridade na alocação das reservas fotossintéticas, que deixam de ser destinadas ao alongamento de lâminas foliares e passam a ser gastas no alongamento do colmo. Este fenômeno altera o processo ontogênico das plantas, as quais passam a priorizar a expansão dos meristemas intercalares, com consequente redução na elongação foliar e aumento no alongamento dos entrenós (MOORE; MOSER, 1995).

A senescência foliar, por sua vez, foi a característica que apresentou maiores valores de coeficiente de variação seguida pela elongação, em todas as espécies, intervalos de pastoreio e estações avaliadas. Em relação às TSF encontradas nas cinco espécies, os maiores valores foram observados nas espécies barba-de-bode alta e grama-colchão, em ambos os tratamentos e estações. No entanto, em média, foi observada redução da TSF no verão (Tabelas 2 e 3).

A senescência foliar é um processo que implica perda da atividade metabólica e pode ser influenciado pelo ambiente, estágio de desenvolvimento e características próprias das espécies. Entretanto, trabalhos vêm mostrando que a senescência foliar ocorre de forma mais rápida em plantas sob condições favoráveis de crescimento do que naquelas submetidas a condições de estresse (PENA, 2007). Este processo é condicionado por predisposições genéticas e ambientais e o início da senescência de folhas indica que não há mais acúmulo de matéria seca em áreas da pastagem, momento certo para retorno dos animais para o potreiro.

A maior senescência foliar observada na primavera pode ser resultado da alta produção vegetal no período, caracterizado este como a estação de crescimento, e de possível uso de carga animal reduzida para a potencialidade da pastagem. Conforme pode ser observado nas Tabelas 2 e 3, nota-se que as TSF foram, no geral, sempre superiores às TEF. Logo, como sugerido anteriormente, é possível que o manejo adotado não tenha sido eficiente na colheita da biomassa produzida, ou seja, a carga animal usada não conseguiu realizar a desfolha das folhas das plantas antes que estas iniciassem o processo de senescência. Outra possibilidade é de que a seletividade animal tenha permitido que essas espécies escapassem da desfolha, acumulando material foliar que, ao atingir sua DVF, entrava em senescência.

A importância do pastejo está em retirar folhas velhas, material morto e perfilhos maduros para melhorar a penetração de luz até a superfície do solo, estimulando o

aparecimento de novos perfilhos, contudo, tem-se a necessidade de manejar a pastagem de forma a não permitir que se chegue a um IAF residual muito baixo, pois se isso acontecer, a rebrotação ficará altamente comprometida.

Segundo Bircham e Hodgson (1983), em situações de pastejo, o aumento da densidade de animais irá gerar redução linear no fluxo de senescência, como resultado do aumento da probabilidade de desfolhação de folhas individuais. Nabinger (1998) afirma que sob pastoreio rotativo é possível manter um equilíbrio entre consumo de forragem e crescimento da pastagem, evitando com isso um acúmulo excessivo de material senescente e o desenvolvimento de áreas de rejeição com presença de material morto ou em estágio de desenvolvimento muito avançado. Apesar da afirmação de Nabinger (1998) sobre o controle de senescência vegetal pelo pastejo, neste estudo parece que os intervalos de pastoreio utilizados ou o manejo como um todo não conseguiram retardar o avanço do desenvolvimento das espécies ou ainda tenha permitido que a seletividade animal influenciasse nesse processo.

As TSF encontradas no trabalho são semelhantes (Tabela 3) aos encontrados por Machado (2010), de 0,025 cm/GD, e por Bandinelli et al. (2003) de 0,215 mm/GD, para capim-caninha, no verão. No entanto, na primavera, Bandinelli et al. (2003) obtiveram menores TSF médias, 0,185 mm/GD, se comparado ao presente trabalho (Tabela 2). As menores TSF na primavera assim como no verão foram observadas em grama-forquilha e grama-tapete (Tabelas 2 e 3). As altas TEF observadas para as espécies com valores elevados de TSF podem ser consideradas como um evento esperado, pois, segundo Lemaire e Chapman (1996), a remobilização de N das folhas mais velhas para as folhas que estão em elongação é um processo que acompanha a senescência foliar.

A espécie *P. notatum*, na primavera, apresentou estratégia de competição contra sombreamento pelas demais espécies presentes no tratamento de maior descanso da pastagem, uma vez que nesse tratamento, predominou o estrato superior, caracterizado pela presença de espécies de hábito de crescimento cespitoso. Essa resposta foi observada nos resultados pelo aumento na TAF e consequente redução no filocrono, na DVF e na DEF, um ligeiro aumento na TEF e redução na TSF.

O resultado acima concorda com os autores Jansson e Thomas (2008) que afirmam que a plasticidade do desenvolvimento vegetal demonstra que programas de desenvolvimento não são fixos, mas em vez disso são modulados por fatores internos e externos, a fim de tornar a planta bem adaptada a este novo ambiente. Essa plasticidade é também observada no enquadramento das espécies na tipologia funcional. *Paspalum notatum* pode ser enquadrada

nos grupos A e B em função do manejo e do ambiente (QUADROS et al., 2009; CRUZ et al., 2010).

Sob condições normais o “auto-sombreamento” representa o principal fator do desencadeamento do processo de senescência foliar. Na medida em que as folhas vão surgindo no perfilho, as posicionadas nas camadas inferiores do dossel passam a ser expostas a menor quantidade de radiação fotossinteticamente ativa e aos poucos o tecido foliar vai morrendo, iniciando da extremidade para a base da lâmina foliar (JEUFFROY et al., 2002). Comparando-se as estações, no intervalo de pastoreio curto, observou-se nos dados que as variáveis analisadas, com exceção das TEF e TSF, apresentaram valores superiores. Esperava-se esta resposta, pois a planta estabelece suas estratégias durante o início do desenvolvimento vegetativo e após isso se mantém e reage aos fatores ambientais de acordo com as modificações estruturais ocorridas.

*Paspalum plicatulum* mostrou comportamento diferenciado em relação às demais espécies. No intervalo curto foi possível observar aumento na DVF e redução nas TEF e TSF da estação da primavera para o verão. Vilela et al. (2005) afirmam que por outro lado, folhas crescidas no verão, sob temperaturas mais elevadas, apresentam maior tamanho, em decorrência, principalmente, da mais alta TEF. Entretanto este efeito não foi observado no trabalho, pois houve redução da TEF para todas as espécies, da primavera para o verão.

### Conclusões

1. Pastoreio tem efeito significativo sobre o desenvolvimento vegetal de gramíneas nativas de pastagens naturais do Rio Grande do Sul influenciando principalmente aparecimento e alongação foliar.
2. Os intervalos de pastoreio baseados nas somas térmicas de 375 e 750 graus-dia não influenciam significativamente o desenvolvimento das gramíneas.
3. O efeito estacional sobre a morfogênese das espécies é bem marcado, principalmente quanto à alongação foliar, nas espécies estudadas, o que caracteriza a primavera como a estação de crescimento e o verão, como o período de início do processo reprodutivo, representado pelo alongamento dos entrenós e redução das características de crescimento de folhas.
4. Na primavera, todas as espécies apresentam maior aparecimento e alongação foliar, e no verão, há aumento no intervalo de aparecimento de folhas assim como na longevidade destas.
5. *Paspalum notatum* é a espécie com maior potencial adaptativo às variações ambientais promovidas pelo pastejo apresentando alterações consideráveis em sua morfogênese.

6. As espécies do tipo funcional A apresentam o maior aparecimento foliar em ambas as estações, primavera e verão, sob pastoreio rotativo.

7. As características das espécies segundo os tipos funcionais onde são enquadradas são reforçadas pelas respostas morfogênicas das plantas ao pastejo.

### **Referências Bibliográficas**

BANDINELLI, D. G. *et al.* Variáveis morfogênicas de *Andropogon lateralis* Nees submetido a níveis de nitrogênio nas quatro estações do ano. **Ciência Rural**, v. 33, n. 1, p. 71-76, 2003.

BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The effects of change in herbage mass on rates of herbage growth and senescence in mixed swards. **Grass and Forage Science**, v.39, n.2, p.111-15, 1983.

BOLDRINI, I. I., LONGHI-WAGNER, H. M., BOECHAT, S. C. **Morfologia e Taxonomia de Gramíneas sul-rio-grandenses**. Porto Alegre, 2005, 95 p.

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

BOND, W.J. Large parts of the world are brown or black: a different view on the 'Green World' hypothesis. **Journal of Vegetation Science**, v. 16, p. 261–266. 2005.

BRISKE, D. D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSHMIDT, R. K., STUTH, J. W. (Ed.). **Grazing management: an ecological perspective**. Portland, Oregon: timber Press, 1991. p. 85-108.

CARRÈRE, P. *et al.* Tissue turnover within grass-clover mixed swards grazed by sheep. Methodology for calculating growth, senescence and intake fluxes. **Journal of Applied Ecology**, v.34, p. 333-348, 1997.

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

CONFOTIN, A.C.C.; ROCHA, M.G.; QUADROS, F.L.F. Características morfogênicas de azevém *Lolium multiflorum* Lam. sob diferentes intensidades de desfolha. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 9., 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: Zootec, 2007. 1 CD-ROM.

- CRUZ, F.P. da. **Dinâmica de crescimento, desenvolvimento e desfolha em *Andropogon lateralis* Nees**. 1998. 105f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- CRUZ, F.P da; BOLDRINI, I.I. Dinâmica de crescimento, desenvolvimento e desfolhação em *Andropogon lateralis* Nees. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE-SUL - ZONA CAMPOS, 17., 1998, Lages. **Anais...** Lages : Epagri/UDESC, 1998. p.99.
- 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, p. 350-358, 2010.
- DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, v.85, p.635-643, 2000.
- EGGERS, L.; CADENAZZI, M.; BOLDRINI, I.I. Phyllochron of *Paspalum notatum* Fl. And *Coelorhachis selloana* (Hack.) Camus in natural pasture. **Scientia Agrícola**, v. 61, n. 4, p. 353-357, 2004.
- EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos. 306 p. 2006.
- GARAGORRY, F. C.; Alternativas de manejo de pastagem natural submetida a pastoreio rotativo. 2012. 200p. (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.
- GASTAL F.; BELANGER G.; LEMAIRE G. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. **Annals of Botany**, v.70, p.437- 442, 1992.
- GARCEZ NETO, A. F. *et al.* Avaliação de características morfogênicas de *Panicum maximum* cv. Mombaça em resposta à adubação nitrogenada e alturas de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2002. Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p. 104-106.
- GRANT, S. A. *et al.* Comparison of herbage production under continuous stocking and intermittent grazing. **Grass and Forage Science**, v. 43, n. 1, p. 29-39, 1988.
- HERINGER, I. **Efeitos do fogo por longo período e de alternativas de manejo sobre o solo e a vegetação de uma pastagem natural**. 2000. 193p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- HERINGER, I.; JACQUES, A.V. Á. Adaptação das plantas ao fogo: enfoque na transição floresta – campo. **Ciência Rural**, v.31, n.6, p.1085-1090, 2001.

- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. Divisão de Observação Meteorológica. **Curso de atualização para observador meteorológico de superfície**. Porto Alegre, 2004. 57p.
- JACQUES, A.V.A. A queima das pastagens naturais – efeitos sobre o solo e a vegetação. **Ciência Rural**, v.33, n.1, p.177-181, 2003.
- JANSSON, S.; THOMAS, H. Senescence: developmental program or timetable? **New Phytologist**. v. 179, p. 575–579. 2008.
- JEUFFROY, M.H.; NEY, B.; OURRY, A. Integrated physiological and agronomic modeling of N capture and use within the plant. **Journal of Experimental Botany**, v. 53, n. 370, p. 809-823, 2002.
- LEMAIRE, G. ; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In : HODGSON, J. ; ILLIUS, A. W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**. Guilford : CAB International, p.3-36, 1996.
- LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND ECOLOGY, 1, Curitiba, 1999. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p.165-183.
- LEMAIRE, G. *et al.* Interactions between leaf lifespan and defoliation frequency in temperate and tropical pastures: a review. **Grass and Forage Science**. 64, 341–353. 2009.
- MACHADO, J. M. **Morfogênese de gramíneas nativas sob níveis de adubação nitrogenada**. 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- MARASCHIN, G. E. Manejo do campo nativo, produtividade animal, dinâmica da vegetação e adubação de pastagens nativas do sul do Brasil. In: PILLAR, V.D., MÜLLER, S.C., CASTILHOS, Z.M.S., JACQUES, A.V.A. **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Ministério do Meio Ambiente Brasília, 2009, p. 248-259.
- MARTUSCELLO, J. A. *et al.* Características morfogênicas e estruturais do capim-Xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1475-1482, 2005.
- MAZZANTI, A; LEMAIER, G. Effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue sward continuously grazed by sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilization. **Grass and Forage Science**, v. 49, p. 352-359, 1994.
- MOORE, K. J.; MOSER, L. E. Quantifying developmental morphology of perennial grasses. **Crop Science**, WII, v. 35, n. 1, p. 37-43, 1995.

- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 41 P.
- MÜLLER S. C. *et al.* Plant functional types of woody species related to fire disturbance in forest-grassland ecotones. **Plant Ecology**, v. 189, p. 1-14. 2007.
- NABINGER, C. Manejo e utilização sustentável de pastagens. In: GOTTSCHAL, C.S. *et al.* (Orgs). **CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE**, 3., 1998, Canoas, RS. **Anais...** Canoas: ULBRA, 1998. v.3, p.40 -105.
- NOY-MEIR, I. Interactive effects of fire and grazing on structure and diversity of Mediterranean grasslands. **Journal of Vegetation Science**, v.6, p.701-710, 1995.
- PARSONS, A.J.; PENNING, P.D. The effect of duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and average rate of growth in a rotational grazed sward. **Grass and Forage Science**, v. 43, n.1, p.15-27, 1988.
- PENA, K.S. **Características morfogênicas e estruturais e acúmulo de forragem do capim-Tanzânia submetido a intensidades e frequências de corte**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2007.
- PILLAR, V.D. Dinâmica da expansão florestal em mosaicos de floresta e campos no sul do Brasil. Pp. 209-216. In: Claudino-Sales, V. (Ed.) **Ecossistemas Brasileiros: Manejo e Conservação**. Fortaleza, Expressão Gráfica. 2003.
- PILLAR, V.D. MULTIV, **Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling**. Porto Alegre: Departamento de Ecologia, UFRGS, <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/> 2004.
- QUADROS, F.L.F. *et al.* Morfogênese de *Lolium multiflorum* Lam. e *Paspalum urvillei* Steud sob níveis de adubação de fósforo e potássio. **Ciência Rural**, v.35, n.1, 2005.
- QUADROS, F. L. F. *et al.* A abordagem funcional da ecologia campestre como instrumento de pesquisa e apropriação do conhecimento pelos produtores rurais. In: PILLAR, V.D., MÜLLER, S.C., CASTILHOS, Z.M.S., JACQUES, A.V.A. **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Ministério do Meio Ambiente Brasília 2009, p. 206-213.
- SANTOS, R.J. dos. **Dinâmica do crescimento e produção de cinco gramíneas nativas do Sul do Brasil**. 2005. 119 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- SCHEFFER-BASSO, S.M., GALLO, M.M. Aspectos morfofisiológicos e bromatológicos de *Paspalum plicatulum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1758-1762, 2008.

- SCHNYDER, H. *et al.* An integrated view of C and N uses in leaf growth zones of defoliated grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; CARVALHO, P.C.F. *et al.* (Eds.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CAB Publishing, p.41-60. 2000.
- TOWNSEND, C. R. **Características produtivas de gramíneas nativas do gênero *Paspalum*, em resposta à disponibilidade de nitrogênio**. 2008. 267 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- TRINDADE, J.P.P. **Morfogênese do capim caninha (*Andropogon lateralis* Nees.) sob o efeito de pastejo e do fogo**. 1999. 114f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria.
- TRINDADE, J.P.P.; ROCHA, M.G. Rebrotamento de capim caninha (*Andropogon lateralis* Nees) sob efeito do fogo. **Ciência Rural**, v. 31, n. 6, p. 1057-1061, 2001.
- TRINDADE, J.P.P; ROCHA, M.G. Rebrotamento de capim caninha (*Andropogon Lateralis* Nees) sob o efeito de pastejo e fogo. **Ciência Rural**, v.32, n.1, p.141-146, 2002.
- VILELA, D., *et al.* Morfogênese e Acúmulo de Forragem em Pastagem de *Cynodon dactylon* cv. *coastcross* em Diferentes Estações de Crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1891-1896, 2005.

### 3.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

ALI-SHTAYEH, M.S.; SALAHAT, A.G.M. The impact of grazing on natural plant biodiversity in Al-Fara'a area. **Biodiversity & Environmental Sciences Studies Series** v. 5, n. 1. P. 1-18. 2010.

ALMEIDA, J.C.de C. et al. Produção e composição químico-bromatológica da grama-batatais (*Paspalum notatum* Flüge) dos gramados do campus da UFRRJ. **Revista Universidade Rural**, Sér. Ci. da Vida, RJ, EDUR. v. 26, n. 2, jul./dez., p. 48-53, 2006.

ARAÚJO, A. A. **Principais Gramíneas do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Sulina, 1971.256 p.

BALDISSERA, R. et al. Comparison between grassland communities with and without disturbances. **Neotropical Biology and Conservation**. v. 5 n. 1 Jan./Apr. 2010.

BANDINELLI, D. G. et al. Variáveis morfogênicas de *Andropogon lateralis* Nees submetido a níveis de nitrogênio nas quatro estações do ano. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 71-76, 2003.

BEHLING, H.; PILLAR, V. D.; BAUERMANN, S. G. Late quaternary grassland (Campos), gallery forest, fire and climate dynamics, studied by pollen, charcoal and multivariate analysis of the São Francisco de Assis core in Western Rio Grande do Sul (Southern Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology**, v.133, p.235-248, 2005.

BEHLING, H. et al. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário tardio. In: \_\_\_\_\_. **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade** (eds. Pillar VD, Müller SC, Castilhos ZMS & Jacques AVA). Ministério do Meio Ambiente Brasília, p. 13-25, 2009.

BERRETTA, E.J. Ecophysiology and management response of the subtropical grasslands of Southern America. p. 939-946. **Proceedings...19th INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS**. São Pedro, Sao Paulo, Brasil, 11-21. 2001.

BOLDO, E.L. et al. Avaliação da produtividade primária e da diversidade florística dos campos de cima da serra em diferentes alternativas de manejo de campo. In.: II CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA. **Anais...** Revista Brasileira de Agroecologia, v.2, n.1, fev. 2007.

BOLDRINI, I. I., LONGHI-WAGNER, H. M., BOECHAT, S. C. **Morfologia e Taxonomia de Gramíneas sul-rio-grandenses**. Porto Alegre, 2005, 1, 95 p.

BOLDRINI I.I. A flora dos Campos do Rio Grande do Sul. In: \_\_\_\_\_. **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade** (eds. Pillar VD, Müller SC, Castilhos ZMS & Jacques AVA). Ministério do Meio Ambiente Brasília, p. 63-77, 2009.

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

BOND, W. J. Fire. Vegetation of Southern Africa (eds R. M. Cowling, D. M. Richardson & S. M. Pierce). **Cambridge University Press**, p. 421-446, Cambridge, 2004.

BOND, W.J., Large parts of the world are brown or black: a different view on the 'Green World' hypothesis. **Journal of Vegetation Science**, v. 16, n. 3, Jun. p. 261–266. 2005.

BOND, W.J.; MIDGLAY, J.J. Kill thy neighbour: an individualistic argument for the evolution of flammability. **Oikos**, Copenhagen, v.73, n. 1, May. p. 79–85. 1995.

BOND, W.J., WOODWARD, F.I.; MIDGLEY, G.F. The global distribution of ecosystems in a world without fire. **New Phytologist** v. 165, p. 525–538. 2005.

BRASIL - Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Minas Gerais: Delrey Gráfica e Editora. 40p. 2000.

BRASIL - Ministério do Meio Ambiente. **Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da Biodiversidade Brasileira**. Brasília: MMA/SBF, 328 p. 2007.

BRASIL - Ministério do Meio Ambiente. **Projeto plantas para o futuro**. 2009. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 10 novembro 2011.

BRISKE, D. D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSHMIDT, R. K., STUTH, J. W. (Ed.). **Grazing management: an ecological perspective**. Portland, Oregon: timber Press, 1991. p. 85-108.

BROOKS, M.L. et al. Effects of Invasive Alien Plants on Fire Regimes. **BioScience**, v. 54, n.7, p. 677-688. 2004.

BRUM, M.S. et al. Dinâmica vegetacional em pastagem natural submetida a diferentes sistemas de manejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n.3, jun., 2007.

BURKART, A. Evolution of grasses and grasslands in South America. **Taxon**, v. 24, n. 1, p. 53-66, 1975.

CARVALHO, P. C. F. et al. Produção Animal no Bioma Campos Sulinos. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 35, n. Supl. Esp., p. 156-202. 2006. Disponível em: <http://www.forragicultura.com.br/arquivos/ProducaoanimanoBiomaCamposSulinos.pdf>

CARVALHO, P.C.F.; SANTOS, D.T.; NEVES, F.P. Oferta de forragem como condicionadora da estrutura do pasto e do desempenho animal. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL: SUSTENTABILIDADE PRODUTIVA DO BIOMA PAMPA, 2., 2007, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.23-59. 2007.

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

COSTA, M.R.G.F. et al. Uso do fogo em pastagens naturais. **Pubvet**, Londrina, v. 5, n. 9, Ed. 156, 2011.

COWLING, R.M. Fire and its role in coexistence and speciation in Gondwanan shrublands. **South African Journal of Science**, v.83, p. 106 –112, 1987.

CRUZ, P. et al. Une nouvelle approche pour caractériser les prairies naturelles et leur valeur d'usage. [A new approach to the characterization of natural grasslands and their use value]. **Fourrages**, v. 172, p. 335-354, 2002.

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, p. 350-358, 2010.

DALL'AGNOL, M. *et al.* Perspectivas de lançamento de cultivares de espécies forrageiras nativas: O gênero *Paspalum*. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL. Ênfase: Importância e potencial produtivo das pastagens nativas, 1, 2006. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS. p. 149-162. 2006.

DALL'AGNOL, M.; NABINGER, C. Principais gramíneas nativas do RS: características gerais, distribuição e potencial forrageiro. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 3. Porto Alegre, 2008. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS. p.7-54 . 2008.

DENARDIN, R.B.N. **Avaliações morfológicas e agronômicas de *Piptochaetium montevidense* (Spreng.) Parodi e *Briza subaristata* Lam.** 2001. 218 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

DILLEHAY, D.T. *et al.* Earliest hunters and gatherers of South America. **Journal of World Prehistory** 6: 145-204. 1992.

DURAND, J. L. *et al.* Carbon partitioning in forage crops. **Acta Biotheoretica**, v. 39, n. 3-4, p. 213-224, 1991.

DURU, M. *et al.* Fonctionnement et dynamique des prairies permanentes. Exemple des Pyrénées centrales. **Fourrages**, v.153, p. 97-113, 1998.

DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, v. 85, p. 635-643, 2000.

DURU M. *et al.* Functional diversity in low-input grassland farming systems: characterisation, effect and management. **Agronomy Research**, Saku, v. 3, n. 2, p. 125-138, 2005.

EGGERS, L., PORTO, M.L. **Ação do fogo em uma comunidade campestre secundária, analisada em bases fitossociológicas.** Porto Alegre : Instituto de Biociências da UFRGS, 1994. 88p. (Boletim de Instituto de Biociências, 53).

EGGERS, L.; CADENAZZI, M.; BOLDRINI, I.I. Phyllochron of *Paspalum notatum* Fl. And *Coelorhachis selloana* (Hack.) Camus in natural pasture. **Scientia Agrícola**, v. 61, n. 4, p. 353-357, 2004.

EVANGELISTA, A.R.; CARVALHO, M.M.; CURI, N. **Uso do fogo em pastagens**. In: FAVORETTO, V.; RODRIGUES, L.R.A.; REIS, R.A. (eds.). *Ecossistemas de Pastagens*, 2, Jaboticabal: Funep, p.45, 1993.

FONTANELI, R.S.; JACQUES, A.V.A. Melhoramento de pastagem natural: ceifa, queima diferimento e adubação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.17, n.2, p.180-194, 1988.

FULKERSON, W.J. DONAGHY, D.J. Plant soluble carbohydrate reserves and senescence – key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass based pasture: a review. **Australian Journal Experimental Agriculture**, v. 41, p. 261-275, 2001.

FULKERSON, W.J.; SLACK, K. Leaf number as criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*: 2. Effect of defoliation frequency and height. **Grass and Forage Science**, v. 50, p. 16-20, 1995.

GARAGORRY, F. C., et al. Avaliação da heterogeneidade de tipos funcionais de gramíneas em função de alternativas de manejo da pastagem In: IV Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales Naturales - I Congreso del Mercosur sobre Manejo de Pastizales Naturales, 2007, Villa Mercedes. **Anais...IV CONGRESO NACIONAL SOBRE MANEJO DE PASTIZALES NATURALES - I Congreso del Mercosur sobre Manejo de Pastizales Naturales** Villa Mercedes: FICES/UNSL/INTA, 2007.

GARAGORRY, F. C. **Construção de uma tipologia funcional de gramíneas em pastagens naturais sob diferentes manejos**. 2008. 176 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

GARAGORRY, F. C. **Alternativas de manejo de pastagem natural submetida a pastoreio rotativo**. 2012. 200 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Santa Maria, 2012.

GARCEZ NETO, A. F. et al. Avaliação de características morfogênicas de *Panicum maximum* cv. Mombaça em resposta à adubação nitrogenada e alturas de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 38., 2002. Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p. 104-106.

GOMIDE, J.A. Manejo de pastagens para a produção de leite. In: CECATO, V. et al 'ed' SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FORRAGICULTURA. 1994. Maringá. p.141-168, 1994.

GOMIDE, C. A. M. **Morfogênese e análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum* (Jacq.)**. 1997. 53 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

GOMIDE, C. A. M. et al. Morfogênese como ferramenta para o manejo de pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, João Pessoa, v. 35, n. Suplemento, p. 554-579, 2006.

GRANT, S. A. et al. Comparison of herbage production under continuous stocking and intermittent grazing. **Grass and Forage Science**, v. 43, n. 1, p. 29-39, 1988.

HASENACK, H.; CORDEIRO, J.L.P.; COSTA, B.S.C. 2007. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: DALL'AGNOLL, M.. et al (Ed.) II SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, cap. 2. p. 15-21.

HERINGER, I. **Efeitos do fogo por longo período e de alternativas de manejo sobre o solo e a vegetação de uma pastagem natural**. 2000. 193p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

HERVÉ, A. M. B.; VALLS, J. F. M. O gênero *Andropogon* L. (Graminae) no Rio Grande do Sul. **Anuário Técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas “Francisco Osório”**, Porto Alegre, v. 7, p. 317-410, 1980.

IBGE \_ **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 11 nov. 2011.

\_\_\_\_\_. 2006. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Censo Agropecuário de 1995-1996. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 11 nov. 2011.

INTA. **La calidad de dos forrajeras nativas: pasto horqueta e paja colorada – matéria seca digestible**. Noticias y comentarios, Estacion Experimental Agropecuaria Mercedes-Corrientes, v. 298, p. 13, 1994.

JACQUES, A.V.A. A queima das pastagens naturais – efeitos sobre o solo e a vegetação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.1, p.177-181, 2003.

KLEIN, R.M., **Southern Brazilian phytogeographic features and the probable influence of upper Quaternary climatic changes in the floristic distribution**. Boletim Paranaense Geociências, v. 33, p. 67–88. 1975.

LEMAIRE, G. ; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In : HODGSON, J. ; ILLIUS, A. W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**. Guilford : CAB International, p. 3-36, 1996.

LEMAIRE, G. The physiology of Grass growth under grazing: tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1., 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa, 1997. p. 116-144.

LINDMAN, C.A.M., **A Vegetação no Rio Grande do Sul**. EDUSP/Itatiaia, São Paulo/Belo Horizonte. Translated from Lindman, C. A. M. 1900. Vegetationen i Rio Grande do Sul (Sydbrasilien). Stockholm, Nordin and Josephson. 1906.

LLORENS, E. M.; FRANK, E. O. **El fuego en la provincia de La Pampa**. In: Fuego en los ecosistemas argentinos (eds C. Kunst, S. Bravo and J. L. Panigatti). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Santiago del Estero. 2004.

LONGHI-WAGNER, H. M. **O gênero *Aristida* (Poaceae) no Brasil**. Boletim do Instituto de Botânica, v. 12, p. 113-179, 1999.

MACFADDEN, B.J. Origin and evolution of the grazing guild in new world terrestrial mammals. **Trends in Ecology & Evolution** v. 12, p. 182-187, 1997.

MACHADO, J. M. **Morfogênese de gramíneas nativas sob níveis de adubação nitrogenada**. 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

MARASCHIN, G. E. Manejo do campo nativo, produtividade animal, dinâmica da vegetação e adubação de pastagens nativas do sul do Brasil. In: \_\_\_\_\_. **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília-DF, 2009, p. 248-259.

MILCHUNAS, D.G. et al. A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. **The American naturalist**, v. 132, p. 87-106, 1988.

MILLOT, J.C. **Manejo del pastoreo y su incidencia sobre la composicion botanica y productividad del campo natural: Pasturas y produccion animal em áreas de ganaderia extensiva**. Montevideo, Uruguai: INIA, 1991. 266p. (Série técnica, 13).

MIRANDA, H.S. et al. The fire factor. **In: The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna** (P.S.Oliveira & R.J. Marques eds).Columbia University Press, New York, p. 51-68. 2002.

MORRIS, M.G. The effects of structure and its dynamics on the ecology and conservation of arthropods in British grasslands. **Biological conservation**, v. 95, p. 129-142, 2000.

MÜLLER S. C. et al. Plant functional types of woody species related to fire disturbance in forest-grassland ecotones. **Plant Ecology**, v. 189, p. 1-14, 2007.

NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, U. P. de (Eds). Produção de bovinos a pasto – Simpósio sobre Manejo da Pastagem. 13, 1996. Piracicaba, Fealq, **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1996. P. 15 – 95.

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

NABINGER, C. Manejo e utilização sustentável de pastagens. In: GOTTSCHAL, C.S. et al. (Orgs). CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE, 3., 1998, Canoas, RS. **Anais...** Canoas: ULBRA, 1998. v.3, p.40 -105.

NABINGER, C.; PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 755-771.

NABINGER, C. **O Pampa e o Desenvolvimento: Considerações Sobre seu Potencial Produtivo e Econômico**. In: Simpósio COTRISAL da Carne Bovina, 4. São Borja, RS, 2006 a. CD – ROM.

NABINGER, C.; CARVALHO, P. C. F. A pecuária que dá certo. In: JORNADA TÉCNICA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E CADEIA PRODUTIVA, 3., 2008, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2008. p. 21-70.

NOY-MEIR, I., GUTMAN, M., KAPLAN, Y. Responses of Mediterranean grassland plants to grazing and protection. **Journal of Ecology**, v. 77, p. 290-310. 1989.

NOY-MEIR, I.. Interactive effects of fire and grazing on structure and diversity of Mediterranean grasslands. **Journal of Vegetation Science**, Uppsala, v.6, p.701-710, 1995.

OVERBECK, G. E. et al. Are subtropical grasslands resilient to fire? In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2003, Fortaleza, CE. **Anais...** Congresso de Ecologia do Brasil, 2003. p. 623-624.

OVERBECK G. E. et al. Fine-scale post-fire dynamics in southern Brazilian subtropical grassland. **Journal of Vegetation Science**, v. 16, p. 655-64. 2005.

OVERBECK, G.E. et al. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v.9, n.2, p.101-116 In press. 2007.

OVERBECK, E.G. et al. Os Campos Sulinos: um bioma negligenciado. : \_\_\_\_\_. **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília-DF, p. 26-41, 2009.

PANDEY, C. B.; SINGH, J. S. Influence of grazing and soil conditions on secondary savanna vegetation in Índia. **Journal of Vegetation Science**, Uppsala, v.2, n.1, p. 95-102, 1991.

PENA, K.S. **Características morfogênicas e estruturais e acúmulo de forragem do capim-Tanzânia submetido a intensidades e frequências de corte**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) –, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2007.

PILLAR, V.D.; F.L.F. de QUADROS. Grassland-forest boundaries in southern Brazil. **Coenoses**, v. 12, p. 119-126. 1997.

PILLAR, V.D. Dinâmica da expansão florestal em mosaicos de floresta e campos no sul do Brasil. p. 209-216. In: Claudino-Sales, V. (Ed.) **Ecossistemas Brasileiros: Manejo e Conservação**. Fortaleza, Expressão Gráfica. 2003.

PILLAR, V.D.; SOSINSKI Jr., E.E. An improved method for searching plant functional types by numerical analysis. **Journal of Vegetation Science**, v. 14, p. 323-332, 2003.

PILLAR, V.D.; VÉLEZ, E. Extinção dos Campos Sulinos em Unidades de Conservação: um Fenômeno Natural ou um Problema Ético? **Brazilian Journal of Nature Conservation: Natureza & Conservação**, v. 8, n. 1, p. 84-86, Jul, 2010.

PIZZIO, R.; PALLARÉS, O. R.; FERNÁNDEZ, J. G. Pasturas subtropicales en campos bajos de corrientes. Mercedes: INTA, 1997. 4 p. (Noticias y comentarios, 321).

PONTES, L.S. **Dinâmica de crescimento em pastagens de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejadas em diferentes alturas**. 2001. 114f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

PORTO, A. **História das Missões Orientais do Uruguai**. Livraria Selbach, Porto Alegre. 1954.

PÖTTER, G.H.; FREITAS, M.; BOLDRINI, I. Avaliação morfogênica e qualitativa de *Stipa setigera*. XIII Salão de Iniciação Científica, Ciências Agrárias UFRGS. 2001.

QUADROS, F.L.F., PILLAR, V.P. Efeitos de queima e pastejo em uma pastagem natural do sul do Brasil. In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONESUL – ZONA CAMPOS, 17, 1998, Lages. **Anais...** Lages: Epagri/UDESC, 1998. p.148.

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

QUADROS, F.L.F.; BANDINELLI, D.G. Efeitos da Adubação Nitrogenada e de Sistemas de Manejo sobre a Morfogênese de *Lolium multiflorum* Lam. e *Paspalum urvillei* Steud. em Ambiente de Várzea. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.44-53, 2005.

QUADROS, F.L.F. et al. Uso de tipos funcionais de gramíneas como alternativas de diagnóstico da dinâmica e do manejo de campos naturais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42. 2006, **Anais...** 2006. CD ROM.

QUADROS, F. L. F. et al. A abordagem funcional da ecologia campestre como instrumento de pesquisa e apropriação do conhecimento pelos produtores rurais. In: \_\_\_\_\_. **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília-DF, 2009, p. 206-213.

RAMBO, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. Selbach, Porto Alegre. 1956a.

RAMBO, B. **A flora fanerogâmica dos Aparados riograndenses**. Sellowia 7, 235–298. 1956b.

RAVEN, J.; THOMAS, H. Grasses. **Current biology** v. 20, n. 19, p. R837–R839, Oct. 2010.

RODRIGUES, C. A. G. **Efeitos do fogo e da presença animal sobre a biomassa aérea e radicular, nutrientes do solo, composição florística, fenologia e dinâmica de um campo de capim-carona (*Elyonurus muticus* (Spreng. O. Ktze.) no Pantanal (sub-região da Nhicolândia).** 1999. 285 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

SANTOS, R.J. dos. **Dinâmica do crescimento e produção de cinco gramíneas nativas do Sul do Brasil.** 2005. 119 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SCHEFFER-BASSO, S.M., GALLO, M.M. Aspectos morfofisiológicos e bromatológicos de *Paspalum plicatulum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1758-1762, 2008.

SCHERER C.S. et al. Contribution to the knowledge of *Hemiauchenia paradoxa* (Artiodactyla, Camelidae) from the Pleistocene of southern Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 10, p. 35-52, 2007.

SCHNYDER, H. et al. An integrated view of C and N uses in leaf growth zones of defoliated grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; CARVALHO, P.C.F. et al. (Eds.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CAB Publishing, p.41-60. 2000.

SKERMAN, P. J.; RIVEROS, F. **Gramineas tropicales**. Roma: FAO, 1992. 849p.

SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Effect of tiller trimming on phyllochron and tillering regulation during tall fescue development. **Crop Science**, v. 34, p. 1267-1273, 1994.

SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Effect of tiller trimming on phyllochron and tillering regulation during tall fescue development. **Crop Science**, v. 35, p. 4-10, 1995.

SOARES, G.C. et al.. Estudo da morfogênese em uma população de *Bromus auleticus* Trin. In: Reunião do grupo técnico em forrageiras do Cone Sul Zona Campos. 17., 1998, Lages. Anais...Lages: EPAGRI, 1998. P. 101.

SUERTEGARAY, D.M.A.; SILVA, L.A.P.da. Tchê Pampa: histórias da natureza gaúcha. In: \_\_\_\_\_. **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília-DF, 2009, p.42-59.

STODDART, D.R. **On geography and its history**. Oxford: Basil Blackwell, 1986, 335 p.

THEAU, J.P. et al. Evolución de herramientas de diagnóstico sobre a base del diálogo entre investigación y extensión. El ejemplo de las praderas naturales de los pirineos. In: ALBALADEJO, C. E.; CARA, R. B. (Ed.). **Desarrollo local y nuevas ruralidades en Argentina**. Bahía Blanca: INRA-SAD, 2004.

TOWNSEND, C. R. **Características produtivas de gramíneas nativas do gênero *Paspalum*, em resposta à disponibilidade de nitrogênio**. 2008. 267 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

TRINDADE, J.P.P.; ROCHA, M.G. Rebrotamento de capim caninha (*Andropogon lateralis* Nees) sob efeito do fogo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1057-1061, 2001.

TRINDADE, J.P.P.; ROCHA, M.G. Rebrotamento de Capim Caninha (*Andropogon Lateralis* Nees) sob o efeito de pastejo e fogo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.1, p.141-146, 2002

VALENTINE, I.; MATTHEW, C. **Plant growth, development and yield**. In: WHITE, J.; HODGSON, J. (Ed). New Zealand- Pasture and crop science, Oxford: Cambridge University Press, 1999. p. 11-27.

VALLS, J.F.M. Recursos genéticos de espécies de *Paspalum* no Brasil. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE MELHORAMENTO GENÉTICO DE PASPALUM, 1987, Nova Odessa, SP. **Anais...** Nova Odessa : Instituto de Zootecnia, 1987. 89p. p.3-13.

VALLS, J. F. M. et al. Patrimônio florístico dos campos: potencialidades de uso e a conservação de seus recursos genéticos. In: \_\_\_\_\_. **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília-DF, 2009, p. 139-154.

VAVRA, M. et al. Biodiversity, exotic plants species, and herbivory: the good, the bad, and the ungulate. **Foresty ecology and management**, v. 246, n.1, p. 66-72, 2007.

WANG, Y. et al. Spatial heterogeneity of vegetation under different grazing intensities in the Northwest Heilongjiang Steppe of China. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 90, p. 217–229. 2002

WEIHER, E. et al.. Challenging Theophrastus: A Common Core List of Plant Traits for Functional Ecology. **Journal of Vegetation Science**, v. 10, p. 609-620. 1999.

WOOLFOLK, J. S. et al.. Effect of nitrogen fertilization and late spring burning of bluestem range on diet and performance of steers. **Journal Range Management**, Denver, v.28, n.3, p.190-193, 1975.

ZANIN, A.; LONGHI-WAGNER, H. M. Sinopse do gênero *Andropogon* L. (Poaceae - Andropogoneae) no Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 2, p. 289- 299, 2006.

ZANINE, A.M.; DINIZ, D. Efeito do fogo na produção e valor nutricional do pasto. **REDVET. Revista electrónica de Veterinaria**, v. 8, n. 2 fev. 2007.  
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020207/020716.pdf>

ZHAO, W. Y.; LI, J. L.; QI, J.G. Changes in vegetation diversity and structure in response to heavy grazing pressure in the. Northern Tianshan Mountains, China. **Journal of Arid Environments**,v. 68, p. 337-508. 2006.

## 4.APÊNDICES

Apêndice A – Características morfogênicas, em valores médios, das espécies avaliadas nos dois intervalos de pastoreio e nas duas estações.

A = espécies: AA = *Axonopus affinis*; AL = *Andropogon lateralis*; Al = *Aristida laevis*; PN = *Paspalum notatum*; PP = *Paspalum plicatulum*

B = intervalo de pastoreio – 1 = 375 graus-dia; 2 = 750 graus-dia

C = repetição de área

D = taxa de aparecimento (n° folha/GD)

E = filocrono (GD)

F = duração de vida foliar (GD)

G = duração de elongação foliar (GD)

H = taxa de elongação foliar (cm/GD)

I = taxa de senescência foliar (cm/GD)

PRIMAVERA								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
PN	1	1	0,00632	165,463	1157,66	458,322	0,02128	0,04637
PN	1	2	0,00667	154,672	1058,43	413,789	0,01709	0,04199
PN	1	3	0,0061	169,737	1075,64	429,886	0,0281	0,02594
PP	1	1	0,00329	313,456	940,349	447,219	0,0492	0,1531
PP	1	2	0,00363	290,381	988,948	433,304	0,04671	0,26747
PP	1	3	0,00377	281,83	1189,02	281,83	0,03094	0,04884
AL	1	1	0,00314	643,909	1132,5	416,652	0,03995	0,03747
AL	1	2	0,00333	322,341	1047,58	381,845	0,02472	0,08432
AL	1	3	0,00307	341,933	1130,42	424,964	0,02941	0,02922
AA	1	1	0,00396	274,529	1121,43	344,084	0,01964	0,0461
AA	1	2	0,00485	214,365	1030,92	291,669	0,01388	0,01684
AA	1	3	0,00341	322,254	1325,3	447,217	0,02399	0,03706
Al	1	1	0,00257	399,408	1240,06	482,575	0,07849	0,09462

## Apêndice A – Continuação...

VERÃO								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
PN	1	1	0,00482	228,925	1500,48	593,942	0,01485	0,0192
PN	1	2	0,00547	194,582	1381,56	496,999	0,01004	0,01108
PN	1	3	0,00535	193,679	1361,71	497,562	0,01672	0,01404
PP	1	1	0,00303	361,838	1561,7	501,141	0,0405	0,04856
PP	1	2	0,00338	304,736	1636,89	490,627	0,0236	0,03642
PP	1	3	0,00392	274,383	1538,74	457,27	0,01988	0,02458
AL	1	1	0,00322	338,47	1290,8	462,245	0,01431	0,02258
AL	1	2	0,00354	307,951	1383,4	414,925	0,01012	0,01414
AL	1	3	0,00304	357,338	1347,26	475,296	0,01213	0,01875
AA	1	1	0,00325	329,861	1485,21	432,271	0,01696	0,01059
AA	1	2	0,00339	317,269	1552,3	401,255	0,00917	0,00897
AA	1	3	0,00311	346,5	1482,96	442,631	0,0088	0,01253
AI	1	1	0,00215	488,233	1488,81	628,153	0,04397	0,05588
PRIMAVERA								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
PN	2	1	0,0084	127,715	918,926	335,034	0,0265	0,0279
PN	2	2	0,00635	159,565	961,057	397,146	0,02515	0,02411
PN	2	3	0,00787	130,287	903,598	363,724	0,02434	0,03269
PP	2	1	0,0035	290,269	1182,91	474,352	0,08156	0,08381
AL	2	1	0,00252	415,608	1548,93	482,214	0,04231	0,09744
AL	2	2	0,00291	359,633	1193,69	492,568	0,02969	0,05515
AL	2	3	0,00387	287,051	1073,75	419,941	0,0264	0,03737
AA	2	2	0,00404	253,357	1089,02	314,987	0,0248	0,0327
AI	2	2	0,0027	392,409	1281,87	555,524	0,05744	0,12525
AI	2	3	0,00246	418,324	1407,09	536,092	0,05387	0,13174
VERÃO								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
PN	2	1	0,00557	187,216	1466,54	530,217	0,01484	0,01367
PN	2	2	0,00442	235,04	1382,44	617,259	0,01242	0,01573

PN	2	3	0,00476	219,827	1472,01	580,072	0,01266	0,01671
PP	2	1	0,00293	355,731	1673,35	561,642	0,04339	0,0519
AL	2	1	0,0025	450,837	2086,03	576,134	0,02701	0,02386
AL	2	2	0,00312	338,343	1298,01	511,889	0,01629	0,02796
AL	2	3	0,00312	335,726	1433,53	476,434	0,01467	0,01858
AA	2	2	0,00297	358,701	1632,45	460,559	0,01263	0,01519
AI	2	2	0,00245	429,921	1241,73	548,387	0,04136	0,04446
AI	2	3	0,00221	491,305	1246,02	634,746	0,03171	0,05338

---

## 5. ANEXOS

Anexo 1 – Normas para publicação na Revista Ciência Agronômica

### ORIENTAÇÃO AOS AUTORES

**Atenção:** As normas estão sujeitas a alteração, portanto não deixe de consultá-las antes da submissão do artigo. As mesmas são válidas para todos os trabalhos submetidos à Revista Ciência Agronômica. Um modelo de artigo pode ser visto em “MODELO ARTIGO” no endereço <http://www.ccarevista.ufc.br>.

#### 1. Política Editorial

A Revista Ciência Agronômica destina-se à publicação de **artigos científicos-técnicos e notas científicas originais e não publicados ou submetidos a outro periódico, inerentes às áreas de Ciências Agrárias e Recursos Naturais.**

A Revista Ciência Agronômica - RCA também aceita e incentiva submissões de artigos redigidos em Inglês e Espanhol. Em caso de autores não nativos destas línguas, o artigo deverá ser editado por uma empresa prestadora deste serviço e o comprovante enviado para a sede da RCA no ato da submissão através do campo “Transferir Documentos Suplementares”.

Os trabalhos submetidos a RCA serão **avaliados preliminarmente pelo Comitê Editorial** e só então serão enviados para, pelo menos, dois (02) revisores da área e publicados, somente, se aprovados pelos revisores e pelo corpo editorial. A publicação dos artigos será baseada na originalidade, qualidade e mérito científico, **cabendo ao comitê editorial a decisão final do aceite.** O sigilo de identidade dos autores e revisores será mantido durante todo o processo. A administração da revista tomará o cuidado para que os revisores de cada artigo sejam, obrigatoriamente, de instituições distintas daquela de origem dos autores. Artigo que apresentar mais de cinco autores não terá a sua submissão aceita pela Revista Ciência Agronômica, salvo algumas condições especiais. Não serão permitidas mudanças nos nomes de autores *a posteriori*.

#### 2. Custo de publicação

O custo é de **R\$ 35,00 (trinta e cinco reais) por página editorada** no formato final. No ato da submissão é **requerido um depósito de R\$ 80,00 (oitenta reais) não reembolsáveis**, valor este que será deduzido no custo final do artigo editorado e aceito para publicação. O comprovante de depósito ou transferência deve ser enviado ao e-mail da RCA ([ccarev@ufc.br](mailto:ccarev@ufc.br)).

No caso do trabalho conter impressão colorida deverá ser pago um **adicional de R\$ 80,00 (oitenta reais) por página**. Os depósitos ou transferências deverão ser efetuados em nome da:

#### REVCIENTAGRON ALEK

Banco do Brasil: Agência bancária: 4439-3 - Conta poupança: 13.215-2 Var 01

As opiniões emitidas nos trabalhos são de exclusiva responsabilidade de seus autores. A Revista Ciência Agronômica reserva-se o direito de adaptar os originais visando manter a uniformidade da publicação. A RCA não mais fornece separatas ou exemplares aos autores. A distribuição na forma impressa da RCA é de responsabilidade da Biblioteca de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Ceará sendo realizada por meio de permuta com bibliotecas brasileiras e do exterior. Na submissão online é requerido:

1. A concordância com a declaração de responsabilidade de direitos autorais que deverá ser assinada pelos respectivos autores e enviada através do campo "Transferir Documentos Suplementares";
2. Que todos os autores estejam cadastrados no sistema;
3. Somente na versão final o artigo deverá conter o nome de todos os autores com identificação em nota de rodapé, inclusive a do título;
4. Identificação do autor de correspondência com endereço completo.

### 3. Formatação do Artigo

**Digitação:** no máximo 20 páginas digitadas em espaço duplo, fonte Times New Roman, normal, tamanho 12, recuo do parágrafo por 1 cm. Todas as margens deverão ter 2,5 cm. As linhas devem ser numeradas de forma contínua.

**Estrutura:** o artigo científico deverá obedecer a seguinte ordem: título, título em inglês, autores, resumo, palavras-chave, abstract, key words, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos (opcional) e referências. Notas científicas não necessitam obedecer a estrutura do artigo, mas devem conter, obrigatoriamente, título em inglês, resumo, palavras-chave, abstract e key words.

**Título:** deve ser escrito com apenas a inicial maiúscula, em negrito e centralizado na página com no **máximo 15 palavras**. Como chamada de rodapé numérica, extraída do título, devem constar informações sobre a natureza do trabalho (se extraído de tese/dissertação, se pesquisa financiada) e referências a instituições colaboradoras. Os títulos das demais seções da estrutura (resumo, palavras-chave, abstract, ...) deverão ser escritos com apenas a inicial maiúscula, em negrito, justificado pela esquerda.

**Autores:** os nomes completos (sem abreviaturas) deverão vir abaixo do título, somente com a primeira letra maiúscula, um após outro, separados por vírgula e centralizados na linha. Como nota de rodapé na primeira página, deve-se indicar, de cada autor, afiliação completa (departamento, centro, instituição, cidade, estado e país), endereço eletrônico e endereço completo do autor correspondente. O autor de correspondência deve ser identificado por um "\*". **Só serão aceitos artigos com mais de cinco autores, quando, comprovadamente, a pesquisa tenha sido desenvolvida em regiões distintas. Na primeira versão do artigo submetido, os nomes dos autores e a nota de rodapé deverão ser omitidos.** O modelo a ser adotado para a inserção do nome dos autores e da nota de rodapé na **versão final do artigo** deve seguir o apresentado no **modelo de artigo** ([www.ccarevista.ufc.br](http://www.ccarevista.ufc.br))

**Resumo e Abstract:** devem começar com estas palavras, na margem esquerda, com apenas a inicial maiúscula, em negrito, contendo no máximo **250 palavras**.

**Palavras-chave (Key words):** deve conter entre três e cinco termos para indexação, os quais não devem constar no título. Cada **palavra-chave (key word)** deve iniciar com letra maiúscula e ser seguida de ponto.

**Introdução:** deve ser compacta e objetiva contendo citações atuais que apresentem relação com o assunto abordado na pesquisa. As citações presentes na introdução devem ser empregadas para fundamentar a discussão dos resultados, criando, assim, uma contextualização entre o estudo da arte e a discussão dos resultados. Não deve conter mais de **550 palavras**.

**Citação de autores no texto:** devem ser observadas as normas da ABNT, NBR 10520 de agosto/2002.

**Ex:** Santos (2002) ou (SANTOS, 2002); com dois autores, usar Pereira e Freitas (2002) ou (PEREIRA; FREITAS, 2002); com três ou mais autores, usar Xavier et al. (1997) ou (XAVIER et al., 1997).

**Tabelas:** devem ser numeradas consecutivamente com algarismos arábicos na parte superior. Não usar linhas verticais. As linhas horizontais devem ser usadas para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma no final da tabela. Cada dado deve ocupar uma célula distinta. Usar espaço duplo. Não usar negrito ou letra maiúscula no cabeçalho. Recomenda-se que as tabelas apresentem 8,2 cm de largura, não sendo superior a 17 cm. Veja a tabela presente no **modelo de artigo** ([www.ccarevista.ufc.br](http://www.ccarevista.ufc.br))

**Figuras:** gráficos, fotografias ou desenhos levarão a denominação geral de **Figura** sucedida de numeração arábica crescente e legenda na parte inferior. Para a preparação dos gráficos deve-se utilizar “softwares” compatíveis com “Microsoft Windows”. A RESOLUÇÃO deve ser no mínimo 500 dpi e enviados em arquivos separados do arquivo de texto. As figuras devem apresentar 8,2 cm de largura, não sendo superior a 17 cm. A fonte Times New Roman, corpo 10 e não usar negrito na identificação dos eixos. A Revista Ciência Agronômica reserva-se ao direito de não aceitar tabelas e/ou figuras com o papel na forma “paisagem” ou que apresentem mais de 17 cm de largura. **Tabelas e Figuras devem ser inseridas logo após a sua primeira citação.**

**Equações:** devem ser digitadas usando o editor de equações do Word, com a fonte Times New Roman. As equações devem receber uma numeração arábica crescente. O padrão de tamanho deverá ser:

Inteiro = 12 pt

Subscrito/sobrescrito = 8 pt

Sub-subscrito/sobrescrito = 5 pt

Símbolo = 18 pt

Subsímbolo = 14 pt

**Estatística:**

1. Caso tenha realizado análise de variância, apresentar o "F" e a sua significância;
2. Dados quantitativos devem ser tratados pela técnica de análise de regressão;
3. Apresentar a significância dos parâmetros da equação de regressão;
4. Dependendo do estudo (ex: função de produção), analisar os sinais associados aos parâmetros.
5. É requerido, no mínimo, quatro pontos para se efetuar o ajuste das equações de regressão.
6. Os coeficientes do modelo de regressão devem apresentar o seguinte formato:  $y = a + bx + cx^2 + \dots$

**Agradecimentos:** logo após as conclusões poderão vir os agradecimentos direcionados a pessoas ou instituições, em estilo sóbrio e claro, indicando as razões pelas quais os faz.

**Referências:** deverão ser apresentadas em ordem alfabética de autores e de acordo com a NBR 6023 de agosto/2002 da ABNT. **UM PERCENTUAL DE 60% DO TOTAL DAS REFERÊNCIAS DEVERÁ SER ORIUNDO DE PERIÓDICOS CIENTÍFICOS INDEXADOS COM DATA DE PUBLICAÇÃO INFERIOR A 10 ANOS.** Com relação aos periódicos, é dispensada a informação do local de publicação, porém os títulos não devem ser abreviados. Recomenda-se um total de 20 a 30 referências.

#### **Alguns exemplos:**

##### **Livro**

NEWMANN, A. L.; SNAPP, R. R. **Beef cattle**. 7. ed. New York: John Willey, 1977. 883 p.

##### **Capítulo de livro**

MALAVOLTA, E.; DANTAS, J. P. Nutrição e adubação do milho. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargil, 1987. cap. 13, p.539-593.

##### **Tese/dissertação**

SILVA, M. N. da. **População de plantas e adubação de nitrogenada em algodoeiro herbáceo irrigado**. 2001. 52 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

##### **Artigo de revista**

XAVIER, D. F.; CARVALHO, M. M.; BOTREL, M. A. Resposta de *Cratylia argentea* à aplicação em um solo ácido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 01, p. 14-18, 1997. ANDRADE, E. M. et al. (mais de 3 autores) Mapa de vulnerabilidade da bacia do Acaraú, Ceará, à qualidade das águas de irrigação, pelo emprego do GIS. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 03, p. 280-287, 2006.

##### **Resumo de trabalho de congresso**

SOUZA, F. X.; MEDEIROS FILHO, S.; FREITAS, J. B. S. Germinação de sementes de cajazeira (*Spondias mombin* L.) com pré-embebição em água e hipoclorito de sódio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 11., 1999, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: ABRATES, 1999. p.158.

##### **Trabalho publicado em anais de congresso**

BRAYNER, A. R. A.; MEDEIROS, C. B. Incorporação do tempo em SGBD orientado a objetos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BANCO DE DADOS, 9., São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1994. p.16-29.

##### **Trabalho de congresso pela Internet**

SILVA, R. N.; OLIVEIRA, R. Os limites pedagógicos do paradigma da qualidade total na educação. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPE, 4., 1996, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: UFPE, 1996. Disponível em: <<http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais/educ/ce04.htm>>. Acesso em: 21 jan. 1997.

**Trabalho de congresso em CD**

GUNCHO, M. R. A educação à distância e a biblioteca universitária. In: SEMINÁRIO DE BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS, 10., 1998, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Tec Treina. 1 CD.

**Unidades e Símbolos:** As unidades e símbolos do Sistema Internacional adotados pela Revista Ciência Agronômica.

Grandezas básicas	Unidades	Símbolos	Exemplos
Largo	metro	m	
Masa	quilograma	kg	
Tiempo	segundo	s	
Corriente eléctrica	amper	A	
Temperatura termodinámica	Kelvin	K	
Cantidad de sustância	mol	mol	
Unidades derivadas			
Velocidad	---	$\text{m s}^{-1}$	$343 \text{ m s}^{-1}$
Aceleración	---	$\text{m s}^{-2}$	$9,8 \text{ m s}^{-2}$
Volumen	metro cúbico, litro	$\text{m}^3$ , L*	$1 \text{ m}^3$ , $1\,000 \text{ L}^*$
Frecuencia	Hertz	Hz	10 Hz
Masa específica	---	$\text{kg m}^{-3}$	$1.000 \text{ kg m}^{-3}$
Fueza	newton	N	15 N
Tensión	pascal	Pa	$1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
Energia	joule	J	4 J
Potencia	watt	W	500 W
Calor específico	---	$\text{J (kg } ^\circ\text{C)}^{-1}$	$4186 \text{ J (kg } ^\circ\text{C)}^{-1}$
Calor latente	---	$\text{J kg}^{-1}$	$2,26 \cdot 10^6 \text{ J kg}^{-1}$
Carga eléctrica	coulomb	C	1 C
Potencial eléctrico	volt	V	25 V
Resistencia eléctrica	Ohm	$\Omega$	$29 \Omega$
Intensidad de energia	Watts/metros metros	$\text{W m}^{-2}$	$1.372 \text{ W m}^{-2}$
Concentración	mol/metro cúbico	$\text{mol m}^{-3}$	$500 \text{ mol m}^{-3}$
Conductancia eléctrica	siemens	S	300 S
Conductividad eléctrica	desiemens/metro	$\text{dS m}^{-1}$	$5 \text{ dS m}^{-1}$
Temperatura	grados Celsius	$^\circ\text{C}$	$25 ^\circ\text{C}$
Ángulo	Grado	$^\circ$	$30^\circ$
Porcentaje	---	%	45%

**3. Lista de verificação - Revista Ciência Agronômica**

Visando a maior agilidade no processo de submissão de seu artigo, o Corpo Editorial da Revista Ciência Agronômica, elaborou uma lista de verificação para que o autor possa conferir toda a formatação do manuscrito de sua autoria, **ANTES** de submetê-lo para publicação. A lista foi elaborada de acordo com as normas da Revista Ciência Agronômica. Respostas **NEGATIVAS** significam que seu artigo ainda deve

ser adaptado às normas da revista e a submissão de tais artigos implicará na sua devolução e retardo na tramitação.

Respostas **POSITIVAS** significam que seu artigo está em concordância com as normas,

implicando em maior rapidez na tramitação.

#### **A. Referente ao trabalho**

1. O trabalho é original?
2. O trabalho representa uma contribuição científica para a área de Ciências Agrárias?
3. O trabalho está sendo enviado com exclusividade para a Revista Ciência Agronômica?

#### **B. Referente à formatação**

4. O trabalho pronto para ser submetido online está omitindo os nomes dos autores?
5. O trabalho contém no máximo 20 páginas, está no formato A4, digitado em espaço duplo, incluindo as referências; fonte Times New Roman, tamanho 12, incluindo títulos e subtítulos?
6. As margens foram colocadas a 2,5 cm, a numeração de páginas foi colocada na margem superior, à direita e as linhas foram numeradas de forma contínua?
7. O recuo do parágrafo de 1 cm foi definido na formatação do parágrafo? Lembre-se que a revista não aceita recuo de parágrafo usando a tecla "TAB" ou a "barra de espaço".
8. A estrutura do trabalho está de acordo com as normas, ou seja, segue a seguinte ordem: título, título em inglês, autores, resumo, palavras-chave, abstract, key words, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos (opcional) e referências?
9. O título contém no máximo 15 palavras?
10. O resumo bem como o abstract apresentam no máximo 250 palavras?
11. As palavras-chave contém entre três e cinco termos, iniciam com letra maiúscula e são seguidas de ponto?
12. A introdução contém citações atuais que apresentam relação com o assunto abordado na pesquisa; apresenta no máximo 550 palavras?
13. As citações apresentadas na introdução foram empregadas para fundamentar a discussão dos resultados?
14. As citações estão de acordo com as normas da revista?
15. As tabelas e figuras estão formatadas de acordo com as normas da revista e estão inseridas logo em seguida à sua primeira citação? Lembre-se, não é permitido usar "enter" nas células que compõem a(s) tabela(s).
16. A(s) tabela(s), se existente, está no formato retrato?
17. A(s) figura(s) apresenta qualidade superior (resolução com no mínimo 500 dpi)?
18. As unidades e símbolos utilizados no seu trabalho se encontram dentro das normas do Sistema Internacional adotado pela Revista Ciência Agronômica?
19. Os números estão separados por ponto e vírgula? As unidades estão separadas do número por um espaço? Lembre-se, não existe espaço entre o número e o símbolo de %.
20. O seu trabalho apresenta entre 20 e 30 referências sendo 60% destas publicadas com menos de 10 anos em periódicos indexados?
21. Todas as referências estão citadas ao longo do texto?

22. Todas as referências citadas ao longo do texto estão corretamente descritas, conforme as normas da revista, e aparecem listadas?

**C. Observações:**

1. Lembre-se que **SE** as normas da revista não forem seguidas rigorosamente, seu trabalho não irá tramitar. Portanto, é melhor retardar o envio por mais alguns dias e conferir todas as normas. A consulta de um trabalho já publicado na sua área pode lhe ajudar a sanar algumas dúvidas e pode servir como um modelo (acesse aos periódicos no site <http://www.ccarevista.ufc.br/busca>).
2. Caso suas respostas sejam todas **AFIRMATIVAS** seu trabalho será enviado com maior segurança. Caso tenha ainda respostas **NEGATIVAS**, seu trabalho irá retornar retardando o processo de tramitação.  
**Lembre-se:** A partir da segunda devolução, por irregularidade normativa, principalmente em se tratando das referências, o mesmo terá a submissão cancelada e **não haverá devolução da taxa de submissão**. Portanto é muito importante que os autores verifiquem cuidadosamente se o artigo se encontra de acordo com as normas requeridas pela Revista Ciência Agronômica.
3. Procure **SEMPRE** acompanhar a situação de seu trabalho pela página da revista (<http://ccarevista.ufc.br>) no sistema online de gerenciamento de artigos.
4. Esta lista de verificação não substitui a revisão técnica da revista, a qual todos os artigos enviados serão submetidos.