

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

**ESTUDO DE PADRÕES FUNCIONAIS DE
COMUNIDADES CAMPESTRES SOB FERTILIZAÇÃO
E MANEJO PASTORIL NO ALTO CAMAQUÃ, RS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Alessandro Freire Moterle

Santa Maria, RS, Brasil.

2013

**ESTUDO DE PADRÕES FUNCIONAIS DE COMUNIDADES
CAMPESTRES SOB FERTILIZAÇÃO E MANEJO PASTORIL
NO ALTO CAMAQUÃ, RS**

Alessandro Freire Moterle

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

2013

**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

**ESTUDO DE PADRÕES FUNCIONAIS DE COMUNIDADES
CAMPESTRES SOB FERTILIZAÇÃO E MANEJO PASTORIL NO
ALTO CAMAQUÃ, RS**

elaborado por
Alessandro Freire Moterle

Como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Agrobiologia

COMISSÃO EXAMINADORA:

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

Fabio Cervo Garagorry, Dr. (EMBRAPA)

José Pedro Pereira Trindade, Dr. (EMBRAPA)

Santa Maria, 14 de junho de 2013.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as pessoas, seres, recursos, e momentos que fizeram parte da trajetória em que eu caminhei todos esses dias o qual foi de muita realização.

A minha mãe Maria José Freire Moterle pelo excepcional incentivo ao estudo, pela compreensão da distância e ausência no convívio por todo esse tempo, mas como professora acreditando nos benefícios do conhecimento em nossa vida.

Ao meu pai Paulo Moterle pelos conselhos e convívio na atividade pecuária, como produtor contribuiu muito para o conhecimento e dedicação na área.

A minha namorada Flávia Renata Mônico Argenta pelo apoio constante, presente em diversos momentos me ajudando, compartilhando as dificuldades e entusiasmos do trabalho que foi realizado.

Os meus irmãos Diovane Freire Moterle e Paulo Henrique Moterle pela força e companheirismo o qual foi muito relevante para seguir nesse caminho.

Agradeço em especial ao professor Fernando Luiz Ferreira de Quadros pela confiança em que recebi, pela sua ajuda experiente, pontuando nossos anseios na pesquisa com uma forma de trabalho muito motivadora na busca do conhecimento, ferramentas no aprendizado e experiência profissional.

Ao Pesquisador da EMBRAPA Pedro Trindade em permitir e acreditar no nosso trabalho junto a sua instituição, possibilitando atuar e conhecer a importância social e a representatividade da pesquisa em trabalho com produtores rurais.

Aos produtores rurais das UEPAS que nos receberam em suas propriedades, e pela iniciativa e disposição em buscar alternativas que melhoram seus processos produtivos no ambiente.

Ao pessoal que desempenhou o projeto do Alto camaquã: Lidiane Boavista, Carolina Goulart, Regis Carvalho, Clodoaldo Pinheiro, pelas incontáveis ajuda no trabalho e valioso companheirismo que incentivou o andamento do trabalho.

Aos Colegas Emerson Soares, Camila, Danilo Rocha, Andersom Marques e Gabriela que participaram das atividades de campo assim como a Liana Pereira na organização e análise dos dados que foi muito importante.

Ao pessoal que me ajudou muito no início da experiência com a pesquisa: Fabio Garagorry, Guilherme Ebling, Gabriel Machado.

Aos amigos e colegas: Bruno Castro, Tiago Carvalho, Felipe Jochims, Leandro Oliveira, Liane Ustra, Cezar Barbieri, Jorge Martins pelas contribuições de seu aprendizado no grupo de pesquisa.

Aos alunos e amigos que foram empenhados no grupo Lepad: Pedro Casanova, Augusto Fernandes, João Bento Pereira e Felipe pela companhia, disposição e dedicação em ajudar o grupo como um todo.

As instituições de ensino e pesquisa: UFSM através do Programa de Pós- graduação em Agrobiologia e todos seus professores pelo excelente curso que me proporcionaram. A EMBRAPA e ao CNPQ pelo incentivo financeiro que tornaram possível o desenvolvimento do trabalho.

Em fim, a todos os que de alguma maneira contribuíram com essa realização e que sejam sempre dotados de entusiasmo e fé no conhecimento como foram em me ajudar nessa grande experiência no grupo Lepad e do Alto Camaquã.

RESUMO

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

ESTUDO DE PADRÕES FUNCIONAIS DE COMUNIDADES CAMPESTRES SOB FERTILIZAÇÃO E MANEJO PASTORIL NO ALTO CAMAQUÃ, RS

AUTOR: ALESSANDRO FREIRE MOTERLE
ORIENTADOR: FERNANDO LUIZ FERREIRA DE QUADROS
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 14 de junho de 2013

O impacto decorrente da atividade pecuária em ecossistemas campestres reflete um longo histórico da forma como essa atividade foi exercida. Para manutenção dessas áreas, uma alternativa de manejo durável é usar a capacidade de resiliência da pastagem natural, onde são partes importantes na recuperação: o controle da desfolha e a reposição de nutrientes. Mudanças na vegetação ocorrem ao longo do tempo e do espaço por uma ampla extensão de fatores e para a sua interpretação devem ser entendidos os mecanismos de captura e estocagem de recursos efetuados pela planta. A abordagem de tipos funcionais de plantas é destacada nas respostas em ampla escala, no entanto tornar esse conhecimento um quadro mais operacional depende do conhecimento do desenvolvimento das espécies e sobre tudo sua implicação na produção ou nos processos ecológicos em nível de pastagem. A hipótese deste trabalho é que as comunidades classificadas em grupos funcionais de plantas possam demonstrar padrões de configurações de biomassa na comunidade que se relacionam a fatores ambientais e de manejo. Este estudo foi realizado em estabelecimentos rurais (UEPAs) cadastradas em projeto vinculado a EMBRAPA-CPPSUL implantado a partir do ano de 2008. Nessas UEPAs foram realizados quatro inventários para determinação da composição botânica e contribuição das espécies na massa de forragem, no período de setembro/2011 a abril/2012. O manejo do pastoreio foi o rotativo e a pastagem natural recebeu aplicação de fertilizantes naturais. Na abordagem foram classificadas as espécies de Poaceae que possuem maior participação na vegetação, através de seus atributos morfológicos TMS e AFE, possibilitando agrupar espécies com diferentes características em diferentes condições ambientais. Através do acúmulo de biomassa nas comunidades de grupos de plantas com atributos funcionais semelhantes foi possível diagnosticar padrões de vegetação em resposta aos fatores ambientais e de manejo.

Palavras-chave: Tipos funcionais. Pastejo. Fertilização. Atributos morfológicos. Acúmulo de biomassa.

ABSTRACT

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

STUDY OF FUNCTIONAL PATTERNS ON GRASSLAND COMMUNITIES UNDER FERTILIZATION AND GRAZING MANAGEMENT AT ALTO CAMAQUA, RS

AUTHOR: ALESSANDRO FREIRE MOTERLE
ADVISER: FERNANDO LUIZ FERREIRA DE QUADROS
Date and Defense's place: Santa Maria, June 14nd, 2013.

The impact arising from livestock activity in grassland ecosystems reflects a long history of how this activity was carried. One alternative of lasting management for conservation of these lands is to use the capacity of resilience of natural grassland, in which important tools for recovery are control of leaf defoliation and nutrient replacement. Changes in vegetation take place throughout time and space by a broad range of factors and, for their interpretation, plant's mechanisms of capture and storage of resources must be understood. Plant functional types are one approach highlighted at large scale responses. However to make this framework operational, it depends on knowledge of species' development and especially their role in biomass production or in ecological processes at the landscape level. This work's hypothesis is that communities ranked into functional groups of plants may show patterns of biomass distribution along the community that are related to environmental factors and management. The experiment was conducted in livestock farms (UEPAs) enrolled in a project linked to EMBRAPA-CPPSUL established since 2008. In such UEPAs rotational grazing and natural fertilizers were applied together in natural grassland paddocks. Four surveys were conducted for assessment of species' contribution on biomass since April/2012 to September/2011. Poaceae species were ranked according to its contribution in vegetation, through their morphological traits: specific leaf area and leaf dry matter content. This approach allows defining groups of species with different features even for large-scale environmental factors . Through biomass accumulation of plant groups with similar functional traits it was possible to diagnose vegetation patterns in response to environmental and management factors.

Keywords: Functional types. Grazing. Fertilization. Morphological traits. Biomass accumulation.

LISTA DE TABELAS

REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1 – Grupos de tipos funcionais de plantas baseados no teor de matéria seca (TMS) área foliar específica (AFE) de folhas de gramíneas predominantes das pastagens naturais do RS segundo Quadros et al.(2009)	32
---	----

CAPITULO I

Tabela 1 – Valores médios dos atributos morfológicos teor de matéria seca (TMS) e área foliar específica (AFE), de cada tipo funcional (TF) comparados entre si por teste de aleatorização, acompanhados dos atributos descritivos de cada variável	45
Tabela 2 – Valores médios dos atributos TMS e AFE dos tipos funcionais nas UEPAs testando através de aleatorização.	49

CAPÍTULO 2

Tabela 1 – Porcentagem de participação das espécies de grupos funcionais encontradas nos levantamentos nas UEPAs	63
Tabela 2 – Porcentagem de participação das espécies de grupos de plantas encontrados nos levantamentos.	64

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1 – Dendrograma das espécies coletadas em diferentes locais no Alto Camaquã mostrando a composição dos grupos em relação aos atributos morfológicos (TMS e AFE) a partir da análise de agrupamento pelo método de soma dos quadrados (variância mínima) usando distancia euclidiana. Em a) grupos usando média simples das espécies amostradas, b) média ponderada atribuindo mesmo peso na participação nos diferentes locais. Os grupos A, B, C e D são respectivos tipos funcionais de gramíneas. Onde: S.par= *Setaria parviflora*, A.aff= *Axonopus affinis*, D.sab= *Dichanthelium sabulorum*, P.not= *Paspalum notatum*, P.dil= *Paspalum dilatatum*, C.sel= *Coelorachis selloana*, P.pum= *Paspalum pumilum*, A.lae= *Aristida laevis*, P.mon= *Piptochaetium montevidense*, S.ang= *Saccharum angustifolius*, B.lag= *Botriochloa laguroides*, E.nes= *Eragrostis neesii*, A.ter= *Andropogon ternatus*, S.hya= *Steinchisma hyans*, E.lug = *Eragrostis lugens*, S.mic = *Schizachirium microstachyum*, A.lat= *Andropogon lateralis*, S.ind= *Sporobolus indicus*..... 43
- Figura 2 – Diagrama de ordenação dos grupos formados por uma análise de ordenação utilizando os valores médios de AFE e TMS das espécies por UEPA abaixo relacionadas. A separação dos grupos indicada na figura foi identificada por análise de nitidez de grupos “bootstrap”. G-1,G-2,G-3 e G-4 são os primeiros grupos distintos significativamente na análise, S.p= *Setaria parviflora*, A.a= *Axonopus affinis*, D.s= *Dichanthelium sabulorum*, P.n= *paspalum notatum*, P.d= *Paspalum dilatatum*, C.s= *Coelorachis selloana*, P.p= *Paspalum pumilum*, A.le= *Aristida laevis*, P.m= *Piptochaetium montevidense*, S.a= *Sorghastrum angustifolius*, B.l= *Botriochloa laguroides*, E.n= *Eragrostis neesii*, A.t= *Andropogon ternatus*, S.h= *Steinchisma hians*, E.l= *Eragrostis lugens*, S.m= *Schizachirium microstachyum*, A.la= *Andropogon lateralis*, S.í= *Sporobolus indicus*. As UEPAs são indicadas pelos números: 1, 2, 3, e 4 = as UEPAs I, II, III, e IV respectivamente. 46

- Figura 3 – Diagrama de dispersão das medidas de atributos (TMS e AFE) dos grupos funcionais classificados no Alto Camaquã e em diferentes estudos regionais, mostrando o contraste das médias das espécies medidas sobre a tendência T. Onde: TF= média dos tipos funcionais classificados, G= médias dos grupos formados pela análise de agrupamento da Figura 2, TF-Bg-Ag= tipos funcionais de gramíneas estudadas em agosto em Bagé-RS , TF-St M-st/mr= médias dos tipos funcionais de gramíneas estudadas de setembro e março em Santa Maria-RS (GARAGORRY, 2008), TF-St M-d= tipos funcionais de gramíneas dados analisados (CRUZ, et al. 2009) Onde: S.par= *Setaria parviflora*, A.aff= *Axonopus affinis*, D.sab= *Dichanthelium sabulorum*, P.not= *Paspalum notatum*, P.dil= *Paspalum dilatatum*, C.sel= *Coelorhachis selloana*, P.pum= *Paspalum pumilum*, A.lea= *Aristida laevis*, P.mon= *Piptochaetium montevidense*, S.ang= *Sorghastrum angustifolius*, B.lag= *Botriochloa laguroides*, E.nes= *Eragrostis neesii*, A.ter= *Andropogon ternatus*, S.hia= *Steinchisma hians*, E.lug= *Eragrostis lugens*, S.mic= *Schizachirium microstachyum*, A.lat= *Andropogon lateralis*, S.ind= *Sporobolus indicus*. 47
- Figura 4 – Diagrama de ordenação (PCO) com os escores de cada grupo funcional em sua respectiva UEPA mostrando as relações de atributos morfológicos TMS e AFE, coletados em maio de 2012, na dispersão dos grupos no plano. Onde: TMS e AFE/2= os coeficientes de correlação da variável sobre os eixos foram divididos por dois para melhorar a visualização no diagrama. A, B, C e D são grupos funcionais de gramíneas. I, II, III, IV= UEPA's..... 50
- Figura 5 – Interações na análise de variância dos atributos TMS e AFE testando os tipos funcionais em relação às UEPA's onde os dados foram normalizados através de transformação logarítmica. Onde GL dos resíduos foram 57 onde a normalidade dos erros foram P=0,77 e P=0,25 para TMS e AFE respectivamente. 52
- Figura 6 – Diagrama contendo o histórico de biomassa em Kg/ha em diferentes períodos de 2011/2012 nas UEPA's. 53

CAPÍTULO II

- Figura 1 – PCO, Diagrama em que os símbolos representam as transectas de cada UEPA. Os símbolos variam como indicado para as UEPA's I, II, III, IV. Legendas dos grupos de plantas: TF-A, TF-B, TF-C e TF-D = tipos funcionais de gramíneas; A-INV = gramíneas anuais de inverno; F-AST = plantas da família Asteraceae; F-API = plantas da família Apiaceae; F-FAB = plantas da família Fabaceae; e OUTR outras plantas descritas na vegetação; BIOMASSA= descritora da biomassa total da TR em kg/ha..... 65

- Figura 2 – Diagrama PCO representando a dispersão das transectas da UEPA IV pela participação da biomassa dos grupos identificando fatores de tratamentos. Legenda: TF-A, TF-B, TF-C e TF-D são grupos de plantas de tipos funcionais de gramíneas; A-INV = gramíneas anuais de inverno; F-AST = plantas da família Asteraceae; F-API = plantas da família Apiaceae; F-FAB e F-LE plantas da família Fabaceae; e OUTR outras plantas descritas na vegetação; BIOMASSA = descritora da biomassa total da TR em kg/ha. O número 1 indica TR sobre Áreas Úmidas (UMD) e também indicadas nos quadros: linha integral= efeito de área úmida com pastejo e fosfato e linha tracejada=efeito de área úmida com calcário. As flechas adjacentes = efeito de fertilização em áreas drenadas. 69
- Figura 3 – Diagrama PCO representando a dispersão das transectas da UEPA I pela participação da biomassa dos grupos identificando fatores de tratamento. Legenda: TF-A, TF-B, TF-C e TF-D = grupos de plantas de tipos funcionais de gramíneas; A-INV = gramíneas anuais de inverno; F-AST = plantas da família Asteraceae; F-API = plantas da família Apiaceae; F-FAB e F-LE plantas da família Fabaceae; e OUTR outras plantas descritas na vegetação; BIOMS = descritora da biomassa total da TR em KG/ha. Numero 1 e 2 no marcador são TR sobre poteiros de baixada e encosta respectivamente. 71
- Figura 4 – Diagrama PCO representando a dispersão das transectas da UEPA III pela participação da biomassa dos grupos identificando fatores de tratamento. Legenda: TF-A, TF-B, TF-C e TF-D = grupos de plantas de tipos funcionais de gramíneas; A-INV = gramíneas anuais de inverno; F-AST = plantas da família Asteraceae; F-API = plantas da família Apiaceae; F-FAB e F-LE= plantas da família Fabaceae; e OUTR = outras plantas descritas na vegetação; BIOMS = descritora da biomassa total da TR em KG/ha. Numero 1 no marcador são TR sobre encosta com maior declive. 72
- Figura 5 – Diagrama PCO representando a dispersão das transectas da UEPA II pela participação da biomassa dos grupos identificando fatores de tratamento. Legenda: TF-A, TF-B, TF-C e TF-D = grupos de plantas de tipos funcionais de gramíneas; A-INV = gramíneas anuais de inverno; F-AST = plantas da família Asteraceae; F-API = plantas da família Apiaceae; F-FAB plantas da família Fabaceae; e OUTR outras plantas descritas na vegetação; BIOMS- descritora da biomassa total da TR em KG/há. Numero 1 e 2 no marcador são TR sobre um mesmo poteiro de rotação. 73
- Figura 6 – Dendrograma do agrupamento de fatores em relação aos valores de biomassa das variáveis grupos de plantas. LEGENDA: Sufixos S, C, O e R correspondem as UEPA I, II, III, e IV consecutivamente. Os fatores são: TES - testemunho, BXD - áreas de baixada, UMD- áreas úmidas, GLEB1- encosta 1, GLEB2 - encosta 2 FOS - fertilização com fosfato, PRO - pó de rocha, CAL - calcário. 78

Figura 7 – Dendrograma mostrando grupos de plantas que são correlacionadas nos padrões de configuração das transectas. LEGENDA: FA-AST= família Asteraceae, FA-UMB= Apiaceae, FA-LEG= família Fabaceae, OUTR= Outras espécies de plantas, TF-A, B, C, D= tipo funcional de gramíneas, AN-INV = gramíneas anuais de inverno, Biomassa = valores totais de biomassa na transecta. 79

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1 – Região do Alto Camaquã, abrangência nos municípios e as UEPA's.	96
Apêndice 2 – Croqui da área experimental UEPA I. Onde os marcadores indicam a posição das transectas marcadas através de GPS identificadas pela numeração.	97
Apêndice 3 – Croqui da área experimental UEPA II. Onde os marcadores indicam a posição das transectas marcadas através de GPS identificadas pela numeração.	97
Apêndice 4 – Croqui da área experimental UEPA III. Onde os marcadores indicam a posição das transectas marcadas através de GPS identificadas pela numeração.	98
Apêndice 5 – Croqui da área experimental UEPA IV. Onde os marcadores indicam a posição das transectas identificadas pela numeração.....	98
Apêndice 6 – Arranjo Fatorial das UEPA's.	99
Apêndice 7 – “Ranking” da porcentagem de contribuição das espécies utilizada no método Botanal nas avaliações das áreas na região do Alto Camaquã..	99
Apêndice 8 – Esboço da transecta utilizada no experimento	100
Apêndice 9 – Lista das espécies encontradas nas áreas avaliadas na região do Alto Camaquã, nos municípios de Pinheiro Machado e Piratini, RS, 2008/2011 ..	101

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Hipótese	15
1.2 Base teórica e análise de variáveis	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Plantas e fisionomia da vegetação	17
2.1.1 Características e perspectivas do Bioma Pampa	17
2.1.2 Região do Alto Camaquã	20
2.2 Distúrbios no ecossistema campestre	21
2.2.1 Efeito da intensidade de Pastejo	21
2.2.2 Fertilização na comunidade campestre	24
2.2.3 Diversidade no acúmulo de biomassa no ecossistema	26
2.3 Avaliações de dinâmica vegetacional	27
2.3.1 Abordagem de grupos funcionais	28
2.3.2 Variáveis para a classificação vegetacional	30
3. MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 Descrições gerais	33
3.1.1 Local de estudo	33
3.1.2 Implantação do experimento	33
3.2 Caracteres específicos das UEPAs	34
4. CAPÍTULO I- Medidas de atributos morfológicos na classificação funcional de gramíneas sobre fatores locais no Alto Camaquã, RS	36
4.1 Resumo	36
4.2 Abstract	37
4.3 Introdução	38
4.4 Materiais e métodos	39
4.5 Resultados e discussão	41
4.6 Conclusões	54
4.7 Referências Bibliográficas	54
5. CAPÍTULO II- Relações entre grupos de plantas, fatores ambientais e a mudança de manejo em quatro estabelecimentos do Alto Camaquã, RS	57
5.1 Resumo	57
5.2 Abstract	58
5.3 Introdução	59
5.4 Materiais e métodos	60
5.5 Resultados e discussão	62
5.5.1 Comparação entre as UEPAs em relação aos grupos de espécies	64
5.5.2 Respostas a fertilidade e histórico de adubação nas UEPAs	68
5.5.3 Associação de grupos de resposta ao ambiente	77
5.6 Considerações finais	81
5.7 Referências bibliográficas	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
APÊNDICES	96

1. INTRODUÇÃO

Os estudos de ecossistemas relacionados com as atividades agropecuárias são muito importantes para sistemas de produção que baseiam seus processos na melhoria da capacidade ambiental e reconhecimento do valor dos serviços ecossistêmicos. Isto é muito relevante no surgimento de alternativas duráveis de manutenção do sistema produtivo e elaborações de tecnologias de processos. Essas se contrapõem ao grande incentivo a uso de insumos pela forte industrialização do setor primário e a grande dependência gerada, que tem produzido impactos na renda do produtor pela ineficiência no uso dos recursos agroecológicos que acaba afetando a sua permanência no setor agropecuário local.

O impacto em ecossistemas campestres decorrente de atividades pecuárias é muito amplo e reflete um longo histórico da forma como essa atividade foi exercida. Em decorrência desse efeito histórico sobre a vegetação, o consultor técnico é desafiado a recomendar ações de longo prazo para manter o uso da pastagem com benefício ambiental permanente. As limitações do conhecimento técnico e a sua aplicação de maneira inadequada podem ser responsáveis pela perda da diversidade e da participação de muitas espécies com alto potencial forrageiro por atividades degradantes desse ecossistema (NABINGER et al., 2000).

Um desses casos típicos é quando a pastagem é manejada com histórico de alta pressão de pastejo, promovendo um ambiente completamente homogêneo composto por reduzidas espécies com mecanismos de escape ao pastejo, o que é péssimo para esse sistema produtivo, pela redução na massa de bocado e limitação na taxa de ingestão de forragem pelo animal (GONÇALVES et al., 2009). Realidades assim resultam em grandes áreas empobrecidas do bioma Pampa, reconhecidas popularmente como "campo nativo" e taxadas como de baixa produtividade. A partir de mudança inicial no manejo por mais adequado que ele seja, o reflexo histórico é muito determinante na condição da vegetação de curto prazo e, portanto, há dificuldade de se tomar decisões, pois muitas vezes são precipitadas.

Para manutenção dessas áreas, uma alternativa de manejo durável pode estar relacionada em usar a capacidade de resiliência da pastagem natural de forma a conduzir a um processo inverso da degradação. São partes importantes na recuperação da pastagem: o controle da desfolha na reposição de banco de sementes e melhoria no consumo animal e a reposição de nutrientes, pela sua constante retirada na atividade pecuária, o que torna necessário conhecer os efeitos das alternativas.

Mudanças na vegetação são produzidas e desencadeadas ao longo do tempo e do espaço por uma ampla extensão de fatores, iniciando em um dado local por um histórico evolutivo da vegetação compartilhado pela resposta ao histórico de distúrbios, como as alternativas de manejo de cada propriedade. Devem ser entendidos os mecanismos de captura e estocagem de recursos efetuados pela planta, que não são eventos aleatórios, mas uma trajetória de processos ecossistêmicos em conjuntos de organismos em constante adaptação (WESTOBY, 1998. GLENN-LEWIN et al., 1992). Desse modo alterações na vegetação podem ser muito complexas e para a sua interpretação, a partir da implantação de novas alternativas de manejo, deve-se caracterizar as mudanças e sua implicação na produção ou nos processos ecológicos em nível de paisagem abrangendo diferentes condições locais.

A necessidade de formação de tipos funcionais de plantas é amplamente destacada entre os ecologistas, no entanto tornar esse conhecimento um quadro mais operacional depende do conhecimento do desenvolvimento das espécies que ocorrem na pastagem. Esse conhecimento pode resultar de caracterizações de plantas, identificando seus estádios de desenvolvimento, e a forma como respondem à variação do ambiente. Mas o mais importante é a sua aplicação na caracterização da dinâmica vegetacional a partir dos atributos que caracterizam esses tipos. Ou seja, com atributos que descrevem o sistema de forma simplificada.

Portanto, avaliar a variação desses atributos em diferentes formas de distúrbios, permite estabelecer sua relevância para caracterizar grupos funcionais. Essas medidas devem ser simples e os atributos capazes de se manter relativamente estáveis em uma ampla gama de condições ambientais, para que a proposta de tipologia possa ser operacional e funcional.

1.1 Hipótese

A hipótese deste trabalho é que as comunidades classificadas em grupos funcionais de plantas de maneira ampla de fatores possam demonstrar padrões de configurações de biomassa dessa comunidade que se relacionam a fatores ambientais e de manejo. Assim representando uma maneira de interpretação do funcionamento do ecossistema e auxiliando na identificação de processos ecossistêmicos relacionados ao acúmulo de biomassa.

1.2 Bases teóricas e análise de variáveis

As unidades amostrais foram tomadas como unidades da vegetação que correspondem a uma comunidade. Essas comunidades são compreendidas como objetos de medida da vegetação, compostos por variáveis grupos de plantas, caracterizados por estimativas de sua participação na biomassa. As associações entre plantas em determinados sítios foram avaliadas por análises de ordenação.

A ordenação Multivariada permite essa proposta, pois é um processo que seleciona um menor número de variáveis que descrevam as relações entre objetos, a partir de medidas tomadas desses objetos (GAUCH, 1982; PIELOU, 1984; KREBS, 1989; MANLY, 1994; JONGMAN et al., 1995). Esse processo pode ser feito a partir das próprias medidas, ou de uma matriz de distâncias ou de similaridades entre os objetos. O objetivo da ordenação é sumariar um grande número de medidas em poucas variáveis sintéticas, facilitando a identificação de padrões. Na maioria das técnicas de ordenação, as variáveis sintéticas, também denominadas eixos ou componentes, são combinações lineares das medidas originais, do tipo:

$$Y = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots a_nx_n$$

onde x_i são as medidas, e a_i os seus coeficientes lineares, que expressam sua importância para o eixo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Plantas e fisionomia da vegetação

2.1.1 Característica e perspectiva do Bioma Pampa

Os campos do extremo sul do território brasileiro são geralmente associados à paisagem de extensas planícies cobertas de vegetação rasteira dominante (SUERTEGARAY e SILVA, 2009). Estas pastagens na verdade abrangem uma ampla variação de relevo apresentando desde serras e espécies arbustivas. No entanto, possui vegetação contígua, identificável em escala regional, com condições geoclimáticas similares, história compartilhada de mudanças, com uma diversidade biológica própria. Assim a partir de 2004 foi reconhecida sua importância ganhando denominação de "Bioma Pampa" (IBGE, 2004). No Brasil, o Bioma Pampa, está restrito ao Rio Grande do Sul, contemplando uma área de 176.496 km², embora esse grande grupo fisionômico se estenda pelos territórios do Uruguai, Argentina e Paraguai, com área total de 700.000 km² (PALLARÉS, 2005).

A vegetação campestre nesta área é muito antiga, ocorrendo nesta região desde aproximadamente 22 mil anos antes do presente (BEHLING et al., 2005). A fisionomia predominante desses campos é herbácea, com várias espécies de Poaceas, Asteraceas, Cyperaceas, Fabaceas, Rubiaceas, Apiaceas e Verbenaceas (MMA, 2000). A família Asteraceae possui um número expressivo de espécies, porém seus indivíduos ocorrem isolados em meio às Poaceae, apresentando algumas exceções em ambientes alterados e instáveis, onde espécies desta família ocorrem formando densas populações (BOLDRINI, 2009).

Ocorre inexpressiva presença de plantas lenhosas, restrita a poucas espécies de hábito arbustivo ou subarbustivo (KUPLICH e MARTIN, 2009), e de outro aspecto possuindo uma flora composta, pela vegetação de pastagens naturais, entremeadas de matas de galeria (OVERBECK et al., 2007) ocorrendo em um período mais recente devido alterações climáticas e melhoria nas condições de umidade (KLEIN, 1975).

Essa vegetação abriga uma grande diversidade biológica, principalmente de plantas herbáceas resultantes de ciclos evolutivos anteriores, iniciados por uma fisionomia gerada por clima frio e seco e que também muito se deve, em especial, à diversidade de solos procedentes da grande variabilidade geológica, topográfica, e de suas atuais características, amplitudes térmicas e de disponibilidade hídrica (BOLDRINI et al., 2010). Segundo levantamentos florísticos, são apontadas mais de 500 espécies de Poaceas, 600 de Asteraceas, 250 de Fabaceas entre outras famílias (BOLDRINI, 2009).

O grande destaque em participação é de plantas da família Poaceae que caracterizou essa região por "campos" e favoreceram a implantação da pecuária de corte na região. Isso ocorreu em função do suporte oferecido pelas plantas nativas formando pastagens naturais significativas para o desenvolvimento desta atividade e que atualmente é a principal responsável pela manutenção desta vegetação. Além disso, segundo registros paleontológicos, o pastejo é um dos fatores que faz parte da história evolutiva dos campos e desse ecossistema onde existiu até 8.000 anos antes do presente, uma diversa fauna de grandes herbívoros (PILLAR et al., 2006).

A produção de biomassa nesta vegetação é determinada pela variação climática entre estações do ano. Entre as plantas de crescimento estival predominam as espécies do grupo fotossintético C4, enquanto que entre as plantas com crescimento hibernar há um predomínio das espécies do grupo C3 (BERRETTA et al., 2000; NABINGER et al., 2000, FONSECA et al., 2006). Essa consorciação natural é muito própria e peculiar, que distingue a vegetação de outras formações globais e representando um grande diferencial na atividade pecuária.

Esta produção de biomassa apresenta uma sazonalidade, explicada primeiramente, pelo predomínio de espécies C4 em que o pico de crescimento concentra na fase inicial da estação quente do ano e é interrompido no início do inverno logo após a ocorrência das primeiras geadas, quando o congelamento necrosa as lâminas foliares, impedindo a atividade fotossintética destas plantas (NABINGER et al., 2000). As espécies C3 participam, de maneira geral, com 17% em relação ao total de espécies que compõem a pastagem, mas, em função de casos de superpastoreio, são observadas apenas no início da estação fria (GOMES, 1996).

Esse tipo de formação vegetacional no Bioma Pampa é exposto a uma variedade de ameaças, com o aumento da utilização de áreas em atividades agrícolas, como cultivos anuais e florestamento, que muitas vezes se tornam causadoras de alto impacto e desestruturação da flora nativa e de degradação do ecossistema (BILENCA e MIÑARRO, 2004). Soma-se ainda

o mau uso das áreas com a pecuária causando compactação dos solos e redução de atividades ecológicas responsáveis pelas ciclagens de nutrientes.

A degradação dessa vegetação pode ocorrer pelo uso inadequado de áreas com algum tipo de limitação, podendo provocar danos permanentes ou pouco reversíveis em estrutura físicas e biológicas, que afetam a capacidade produtiva e a condição ambiental do local. Em se tratando de solos, os estudos apontam que cerca de 35% da área do estado do RS tem seus solos classificados como classe I a III, ou seja, aptos para plantações anuais intensivas, podendo atingir 50% com práticas de semeadura direta nos solos da classe IV (JACQUES e NABINGER, 2006). Nas áreas restantes, essas atividades causam sérios riscos incapacitando a durabilidade do sistema produtivo e resultando em áreas abandonadas pelo cultivo totalmente degradadas e novamente usadas pela pecuária sobre um extrato "pobre" muitas vezes coberta por plantas invasoras com limitado desempenho animal e com poucas alternativas de manejo.

A grande capacidade de resiliência das pastagens naturais quanto à herbivoria é um dos maiores benefícios na manutenção de produção forrageira em sistemas de manejo de pastagem (QUADROS, 1999). Entretanto, quando estas pastagens são utilizadas pela agricultura e novamente por pecuária, Días et al., (1994) encontraram perdas de diversidade de espécies e invasão das pastagens por espécies exóticas. Os autores verificaram que a vegetação não retornou ao estado natural mesmo após 25 de abandono da área pela agricultura, independentemente da intensidade de pastejo utilizada.

Sobre a vegetação original, a fisionomia observada nos dias de hoje é bastante alterada, muitas áreas de campo são superpastoreadas, havendo exemplos de uso como "estoque de gado", sendo que esses animais em períodos subsequentes são destinados para o engorde em áreas de cultivo forrageiro após a colheita de lavouras. Os empreendimentos em pecuária de corte sofrem concorrência de outros sistemas de produção, sendo desfavorecidos pela supervalorização das áreas e pela grande oferta de insumos para agricultura, junto com linhas de crédito de interesse do chamado "agro-negócio industrial". A produção pecuária em ambientes nativos em muitos casos é feita por herança familiar, desde as áreas de campo como o sistema de produção sobre conceito de durabilidade sócio-cultural e ambiental e de permanência familiar no meio. Estima-se que a cobertura remanescente da vegetação campestre original do RS seja de aproximadamente 64 mil km², isto é, 51 % da vegetação campestre original foram descaracterizadas com finalidade econômica indeterminada e para urbanização (BOLDRINI et al., 2010).

2.1.2 Região do Alto Camaquã

A região do Alto Camaquã é localizada na Serra do Sudeste do RS e englobam os municípios de Lavras do Sul, Caçapava do Sul, Bagé, Pinheiro Machado, Piratini e Santana da Boa Vista, abrangendo uma área total de aproximadamente 8.300 km². A base dos sistemas de produção dessa região é a pecuária que se destaca pela alta dependência dos recursos naturais, como as formações campestres, base da alimentação dos rebanhos de bovinos, ovinos e equinos, configurando uma realidade ecológico-social complexa (BORBA e TRINDADE, 2009).

As pastagens naturais da região do Alto Camaquã possuem solos pouco profundos oriundos de formação pedológica granítica com classificação predominante de neossolos pedregosos com afloramento de rochas e a associação de luvisolos com argissolos (STRECK et al., 2008). Estas características com um relevo fortemente ondulado conferem grandes restrições ao uso agrícola.

Esta região constitui uma vegetação, de maneira geral, composta de mosaicos de campo e floresta de porte baixo ocorrendo junto às faixas ciliares de rios e arroios. As áreas de campo variam em diferentes estratos onde a parte inferior é continua de gramíneas e herbáceas e uma estrutura na parte superior mais desenvolvida e esparsa pela presença de subarbustos principalmente composta por espécies do gênero *Baccharis* (BOLDRINI e EGGERS, 1997).

Na área de estudo, pertencente a região do Alto Camaquã, são registradas 13 famílias de plantas em que as Poaceas, Asteraceas, Fabaceas, Cyperaceas e Apiaceas são mais amplas em variedades de espécies as quais juntas possuem 89,93% e 91,07% do total de espécies. Em termos fisionômicos, as Poaceas são dominantes entre manchas de espécies de Asteraceas, Cyperaceas, e Rubiaceas estas últimas variando em um gradiente de umidade (BOAVISTA, 2011).

A pecuária familiar é a principal característica socioeconômica da região. A grande maioria das propriedades rurais é de pequeno porte e dedicadas a tal atividade. Como exemplo, o município de Pinheiro Machado possui 1339 estabelecimentos com um total de 110938 bovinos, com uma média de menos de 83 animais por estabelecimento (IBGE, 2006). Tais sistemas de produção possuem pequena relação com o mercado e relações mais intensas com a natureza (TRINDADE et al., 2010). Nos municípios de Pinheiro Machado e Santana da

Boa Vista, as pastagens nativas representam aproximadamente 95 % da superfície agrícola útil das propriedades (NESKE, 2009).

Os índices relativamente baixos de produtividade da pecuária inserida nesse ecossistema são um reflexo do manejo adotado, resultado da estratégia econômica dos pecuaristas de acumular animais no campo como “estratégia de poupança”. O manejo do pastejo de forma rotativa, assim como o melhoramento do campo nativo com adubação, são importantes alternativas no aumento produtivo e instrumentos de modificação da vegetação campestre. Atuam como distúrbios condicionadores da composição de espécies, sendo que podem interferir diretamente sobre os serviços ambientais e produção de forragem para pecuária da região.

2.2 Distúrbios no ecossistema campestre

A vegetação campestre é composta por comunidades que se alteram sobre muitos fatores, a partir de diferentes tipos de substrato e níveis de distúrbios definidos pelo clima local. Dessa forma, a direção do processo de mudança vegetacional converge até o estabelecimento de um equilíbrio teórico com as atividades de manejo, pois pode ser continuamente modificada por alterações climáticas e interações com as próprias atividades de manejo. Na visão contemporânea da dinâmica da vegetação dá-se ênfase à observação de distúrbios frequentes e de variação contínua da vegetação em várias escalas de tempo e espaço (GLENN-LEWIN *et al.*, 1992).

2.2.1 Efeito da intensidade de Pastejo

O mais importante distúrbio na vegetação campestre é o pastejo intenso, originário das atividades de manejo, principalmente relacionados em termo de utilização de áreas e perda de biomassa (HUNTLY, 1991). Em locais com características não limitantes, como a disponibilidade hídrica e de nitrogênio, a intensidade de remoção da biomassa produzida pelo pastejo é amplamente apontada como determinante da condição vegetacional (DURU *et al.*, 1998; DÍAZ *et al.*, 2001).

O pastejo e a variação de sua intensidade causa um índice de perturbação provocada pelo pisoteio ou pela remoção do material verde que abre espaços na comunidade vegetal, permitindo a colonização e o estabelecimento de diferentes espécies (PANDEY e SINGH, 1991). Dessa forma, esse distúrbio, em curto prazo, provoca alterações no índice de área foliar e no teor de carbono fixado pelas plantas, e em longo prazo, modificações na composição botânica, estabelecendo um novo equilíbrio com espécies adaptadas às condições de manejo às quais que se encontra submetida tal vegetação (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

Além da mudança na composição de espécies, com pastejo ocorre uma mudança estrutural do dossel da vegetação, que se refere à distribuição e ao arranjo da parte aérea das plantas dentro de uma comunidade vegetal, resultado de uma interação contínua entre a desfolha feita pelo animal e o crescimento da planta (LACA e LEMAIRES, 2001). As mudanças estruturais nas espécies ocorrem em respostas a estratégias de resistência ao pastejo pelas plantas, por meio de mecanismos de escape ou tolerância (BRISKE, 1996).

A extensão das respostas exercidas pelas plantas presentes na estrutura da vegetação influencia características de produção da pastagem que é muito dependente do regime de desfolhação e do balanço obtido entre o fornecimento e demanda de recursos de crescimento pelas plantas. Nesses casos, nas respostas as plantas muitas vezes apresentam plasticidade fenotípica com manifestações morfológicas e fisiológicas; e essa plasticidade pode influenciar a estrutura e os padrões de rebrote de uma pastagem sob pastejo (CHAPMAN e LEMAIRES, 1993).

Um exemplo ocorre com a espécie *Andropogon lateralis*, bastante destacada como uma espécie de alta plasticidade fenotípica (BOGGIANO, 2000). O pastejo sobre esta espécie, quando se reduz a oferta de forragem durante a primavera, determina a eliminação das hastes induzidas a florescer ainda no início de seu alongamento. A consequência é que a maior parte das hastes restantes surgidas no ano e, portanto, não induzidas, determinam uma estrutura de plantas que se mantém em estágio vegetativo, portanto, sem hastes alongadas, durante a maior parte do ano, possibilitando melhores condições para o consumo animal (NABINGER et al., 2006).

Entre diferentes estratégias e adaptações observadas, no aspecto geral, há diminuição do porte das populações quando submetidas ao pastejo (QUADROS, 1999; SOSINSKI Jr., 2000), maior concentração de biomassa próxima do solo e ocorre miniaturização de estruturas fotossintéticas, aumentando a abundância de plantas estoloníferas e rosetadas (DÍAZ *et al.*, 2007), como também espécies de inverno da pastagem reduzem sua participação (CORRÊA e

MARASCHIN, 1994). No comportamento inverso, à medida que é diminuída a intensidade de pastejo, as plantas de hábito cespitoso aumentam sua abundância e cobertura até um ponto de dominância de poucas espécies (BOLDRINI, 1993).

Desse modo, em algumas formações, o pastejo moderado efetuado por herbívoros domésticos promove o aumento de espécies mais nutritivas e palatáveis comparadas a situações de exclusão. No entanto, se o pastejo for contínuo e intenso, reduz o valor da forragem devido à depleção de algumas espécies e a sua substituição por espécies não palatáveis ao consumo animal ou com alto mecanismo de escape ao pastejo. Reações das plantas a eventos de pastejo dependerão da habilidade dos indivíduos em compensar perdas de órgãos e do impacto relativo na alteração da relação competitiva da comunidade (MILCHUNAS e LAUENROTH, 1993).

Em trabalho de Quadros e Pillar (1999) foi observado que através de combinações de manejos com queimadas e pastoreio, sob duas posições de relevo, houve redução de espécies como *Saccharum angustifolius* Nees e *A. lateralis* e aumento da contribuição de *P. notatum* e *Vernonia nudiflora* Less, como espécies estoloníferas ou rizomatosas.

Sobre as atividades de manejo, o sistema de pastoreio convencional contínuo é problemático, pois não existem períodos de descanso na pastagem e, esse manejo, influencia a composição botânica favorecendo espécies prostradas e uniformes. Com uma variação na intensidade de pastejo podem se formar áreas de duplo estrato e acúmulo em áreas de rejeição pelos animais principalmente com baixa lotação, (NABINGER, 1998), prejudicando principalmente espécies cujos rebrotes não dependem de substâncias de reserva, mas sim da área foliar remanescente, sendo mais sensíveis à competição por luz (MILLOT, 1991), na maioria dos casos importantes plantas forrageiras, como no gênero *Paspalum*.

Uma alternativa para melhor controle do pastejo em campo nativo, que é viável no contexto da pecuária familiar, é a implantação do pastoreio rotacionado, que pode ser um fator determinante na composição florística e diversidade funcional da vegetação. Um dos benefícios na comunidade vegetacional é a possibilidade de um período de descanso ao pastejo, favorecendo as espécies de maior preferência pelos herbívoros, neutralizando sua ação seletiva, responsável por uma marcante mudança nos padrões da vegetação e disponibilidade de forragem ao animal (SENFT et al., 1987).

A alteração na vegetação causada pelo pastoreio rotacionado decorre da maior exploração das áreas de pastejo pelo animal em períodos reduzidos. Nesses períodos de ocupação, a preferência dos animais por determinados tipos funcionais e a redução gradativa da disponibilidade de forragem imposta pela intensidade de pastejo, definem uma hierarquia

na ordem de frequência de cortes nas diferentes manchas que compõem determinada área de pastagem (SANTOS et al., 2006), promovendo uma dieta diversificada interessante para o metabolismo animal.

2.2.2 Fertilização na comunidade campestre

Entre os fatores abordados, a fertilidade do solo pode exercer uma influência mais marcante na vegetação que o manejo do pastoreio (DURU et al., 2005). Os solos do RS se caracterizam por elevados índices de acidez e baixa disponibilidade de fósforo, sobre os quais as espécies nativas se adaptaram. Apesar disso, a manutenção e melhoria do sistema produtivo em pastagem justifica a aplicação de fertilizantes (MIRANDA, 1995).

Uma alternativa bastante difundida por sua maior viabilidade econômica nos sistemas de pecuária é a aplicação de fertilizantes como os fosfatos naturais. Esses podem representar um fator de alteração na vegetação e sua composição florística, já que podem beneficiar espécies que possuam maior capacidade de resposta à disponibilidade desse nutriente. No entanto, pesquisadores como Barreto et al. (1986) alertam que para o manejo, principalmente com a adubação, afetar a composição botânica da pastagem natural são necessários alguns anos para a readaptação da vegetação às novas condições.

Em locais com maior fertilidade natural do solo, ocorre lenta modificação das estruturas com a adubação gerando sempre menor diversidade, especialmente na ausência de pastejo (CALVIÈRE e DURU, 1999), e a menor fertilidade e distúrbios constantes estão amplamente relacionados com a diversidade.

A aplicação de nutrientes pode produzir respostas morfológicas em diferentes famílias de plantas, mas resultando muitas vezes em pastagens mais densas com dominância de poucas gramíneas. Como exemplo, o nitrogênio pode ser determinante na mudança vegetacional, proporcionando diminuição na riqueza de espécies e estabelecendo dominâncias de poucos grupos com características de captação de recursos. As gramíneas são amplamente favorecidas nessas aplicações devidas suas maiores taxas de crescimento em detrimento de outros grupos como as leguminosas (BOGGIANO, 2000).

Quando da aplicação de fertilizantes compostos, como NPK, há um favorecimento de importantes espécies forrageiras nativas como *Paspalum notatum*, *Desmodium incanum*, *Coelorachis selloana*, *Paspalum urvillei* e *Paspalum nicoreae* (CASTILHOS e PILLAR

1999). No entanto, em muitas áreas de baixas disponibilidades de nutrientes e elevada acidez ocorre um aumento da frequência de espécies que reduzem perdas por herbivoria, através de defesas morfológicas ou bioquímicas, entretanto apresentam baixa palatabilidade e limitação ao consumo animal e não respondem ao nutriente (CHAPIN e MCNAUGHTON, 1989), essas características podem estar relacionadas na vegetação com espécies do gênero *Aristida sp.* e com a espécie exótica *Eragrostis planna*.

Em pastagem natural adubada com diferentes fontes de fósforo, Bandinelli et al. (2005) não registraram mudança na vegetação no período de um ano. No entanto, indicaram uma tendência de aumento na contribuição da espécie *Paspalum notatum* na comunidade. Respostas como essas podem ser relativas considerando que ambientes mais pobres apresentam maior diversidade de plantas com adaptações, enquanto que em um nível de maior fertilidade há um menor número de espécies dominando a vegetação já capaz de ter maior resposta à fertilização. Sobre o fósforo, estas plantas agregam mecanismos de disponibilização na solução do solo e ou prevenindo sua imobilização, alocando-o em estruturas que, posteriormente, com a sua morte e lise das células é liberado de forma mais sincronizada com a sua demanda (MARTINAZZO et al., 2007), tornando difícil a representação no padrão da vegetação.

Avaliando gramíneas nativas na região central do RS, Oliveira (2012), registrou que a aplicação de fosfato concentrou maior teor de fósforo no tecido das espécies *Axonopus affinis*, *Eustachys uliginosa* e *Dichantelium sabulorum*, que são plantas relacionadas à elevada área foliar específica e baixo teor de matéria seca (QUADROS et al., 2009), que são indicativos da alta capacidade de absorção de nutrientes (AERST e CHAPIN, 2000).

O relevo é um agente determinante da fertilidade do solo e também muito importante na dinâmica das espécies, pois as diferenças de relevo podem acarretar em variação de umidade do solo, além de possíveis gradientes de fertilidade entre posições na topografia. Algumas espécies tendem a habitar topo e encosta por sua menor umidade, pois não suportam excesso de água e conseguem desenvolver mecanismos para minimizar perdas de água como menores índices de área foliar específica, como o *Piptochaetium motevidense*, enquanto outras aumentam sua presença no sentido das áreas mais secas para as mais úmidas, atingindo seu máximo na baixada, no entanto, evitando banhado, como *Coelorachis selloana* (BOLDRINI, 1993).

Uma interação entre os fatores relevo e pastejo foi demonstrada no trabalho de Dias (2004) que encontrou relação entre níveis de desfolha, a estrutura horizontal e vertical do dossel vegetal com as condições de relevo. A maior abundância de estruturas verticais

no dossel foi registrada nas condições de topo e encosta. Essa foi promovida por uma maior preferência de pastejo nas áreas de baixada com maior fertilidade.

2.2.3 Diversidade no acúmulo de biomassa no ecossistema

Alguns grupos de plantas podem indicar níveis de limitações ou abundanciam de recursos em um ponto sobre um processo no tempo, pois plantas possuem formas apropriadas de propagação para ocupação de nichos específicos, diversos e complexos em transformações alterando competição e partilha de recurso (SCHOENER, 1982).

A ocorrência de plantas de grupos do tipo funcional D (Tabela 1) no ambiente se justifica pelas suas capacidades fisiológicas em suportar estresse hídrico diminuindo a condutividade hídrica e área folhar e melhor a eficiência em uso de nutrientes disponível aumentando a vida de folhas e ajustes osmóticos representando um mecanismo do ecossistema sob essas condições (AERTS e CHAPIN, 2000) que é responsável por exercer função no acúmulo de biomassa de maneira perene e adaptada à baixa fertilidade.

A presença de anuais de inverno é bastante relacionada a climas limitantes, porque muitas gramíneas adotam formas de vida com ciclos anuais em decorrência de um período crítico e transmitem suas informações genéticas através de sementes, como também ocorrem adjacentes a plantas de estrutura elevada para ocupar diferentes nichos, como é o caso de associações com arbustos que atingem recursos mais profundos do solo (STERNBERG et al., 1996).

Os grupos de plantas subarbusivas como o caso do gênero *Baccharis* que têm muito acúmulo de biomassa e alta representatividade na fisionomia do Alto Camaquã RS (*B. trimera* e *B. corudifolia*), possuem características morfológicas bastante vantajosas em ambiente de déficit hídrico. Ambientes de solo raso com pouca biomassa são muito afetados por déficit hídrico e espécies de estrutura elevadas são responsáveis por melhorar estas condições, possibilitando maior infiltração da água ao atingir camadas mais profundas de adsorção no solo. As melhorias de condições ambientais com disponibilização de recursos geradas por diferentes estratos na vegetação são evidenciadas em estudos de Baldochi (2004), que medindo a evaporação anual, em áreas de pastagem com presenças de arbustos, obteve resultado de 26% maior que em áreas com somente gramíneas e atribuiu essa diferença à disponibilidade e captação de energia pela rugosidade e albedo do dossel, o tempo de

funcionamento fisiológico das plantas, capacidade de retenção de água no solo e profundidade das raízes.

A funcionalidade destes grupos estruturais, como plantas das Famílias Asteraceae, Fabaceae é amplamente discutida, essas aumentam a capacidade de retenção de recursos no ecossistema e que assim são passados para vários níveis tróficos. Essas diferentes estruturas na comunidade tornam mais elevado os índices de transpiração juntamente com gramíneas e por um maior período (JOFFRE e RAMBAL, 1993). Entretanto, um ponto de equilíbrio dessas estruturas é necessário para a manutenção desse processo. Outras situações podem ser inicializadas, ocasionando um ponto de competição interespecífica na comunidade por um excesso na contribuição destes grupos de maior estatura, principalmente devido à desestabilização provocada pela mudança no manejo. Outros fatores afetam esse equilíbrio, como a intensidade de pastejo, pela redução na massa das espécies de gramíneas com o aumento da carga, estando o acúmulo de biomassa de alguns grupos na dependência da seletividade das plantas pelos animais e não da competição (SOARES, et al., 2011).

As condições acima citadas referenciam que há uma capacidade do ecossistema em recuperar níveis depois de uma melhoria na condição ambiental, através do acúmulo de biomassa e a diferenças de estrutura da comunidade devem em parte estar em momentos distintos dessa evolução na vegetação e diferença na adaptação á intensidade de pastejo. A heterogeneidade na pastagem de certa maneira é valorizada no aspecto produtivo. Carvalho et al. (2001) destacam que a diversificação está associada à possibilidade de seleção da dieta pelo animal , tanto em espécies pastejadas como na porção da planta consumida. Segundo esses autores, particularmente em ambientes heterogêneos, o pastejo seletivo proporciona que os animais consumam dieta com qualidade superior à média disponível.

2.3 Avaliações de dinâmica vegetacional

Os trabalhos registrados em inventários tradicionais resultam em matrizes onde se registram a presença ou abundância de cada espécie em um dado local ou ambiente. Estas matrizes geralmente ultrapassam muitas dezenas de espécies em locais distintos sendo muito difícil a visualização dos padrões de ocorrência e relações das espécies com os ambientes e locais (PRADO, 2002). Quando se deseja ampliar a compreensão sobre o "funcionamento" do

ecossistema, deve-se dispor, ainda, de informações sobre as variáveis ambientais, que também permitem correlacionar as distribuições das espécies com suas características e do meio.

2.3.1 Abordagem de grupos funcionais

Noções de bom funcionamento se referem a sistemas de manutenção de 'trabalho', ou seja, o fluxo de energia e ciclagem de nutrientes através de níveis tróficos para manter a integridade do sistema (SCHULZE e MOONEY, 1993).

As flutuações na abundância de espécies, as mudanças morfológicas e estruturais, com diferentes estratégias adaptativas, podem resultar em um mecanismo de estabilização funcional da comunidade vegetal em ambientes sob distúrbios variáveis (LEPS et al., 1982). Sobre tais mudanças frequentes, uma conclusão que emerge é que a composição das comunidades, bem como a diversidade, desempenha um papel importante no controle funcional desse ecossistema (HOOPER e VITOUSEK, 1998; SCHERER-LORENZEN et al., 2003.). Na verdade, os tipos de espécies na comunidade podem desempenhar um papel ainda mais importante do que o número de espécies.

Isto ocorre porque a flora contém inúmeras espécies e poucos padrões de estratégias ecológicas, adaptados para explorar diferentes nichos espaços-temporais. A possibilidade de uma representatividade funcional aponta a necessidade de buscar esquemas de classificação que possam ser utilizados para agrupar espécies de plantas de acordo com suas respostas a fatores ambientais específicos. Assim diferentes características são examinadas, considerando os tipos de plantas funcionais como um grupo de plantas que são similares em um determinado conjunto de caracteres e semelhante em sua associação a determinadas variáveis (PILAR e ORLÓCI, 1993; PILAR e SOSINSKI, 2003).

A relevância dessa abordagem nos sistemas de produção em pastagem decorre da perspectiva de que os grupos funcionais indiquem, de forma preditiva, o modo como o recurso é processado por diferentes espécies, na forma como ele se apresenta no ecossistema, e como os fatores estão inseridos no sistema (NYGAARD e EJRNAES, 2004). O conceito de grupo funcional refere-se a uma grande variedade de funções potenciais do ecossistema, tais como ciclos bioquímicos, a resistência à invasão ou ao fogo para a aquisição de recursos, a captação de água, armazenamento de recursos, a defesa contra a herbivoria, polinização,

dispersão de sementes, ou quaisquer processos físicos, tais como engenharia de ecossistema, perturbação e bioturbação (BLONDEL, 2003).

Além disso, uma das implicações de agrupamentos relacionados à características funcionais é permitir que se consiga comparar diferentes regiões geográficas não limitando a ambientes com flora semelhantes (PILLAR e ORLÓCI, 1993). As respostas em forma de índices métricos de classificação formam grupos que podem ser facilmente comparados e podem refletir toda a condição ambiental de cada local, tornando independentes as espécies que ali ocorrem. Como exemplo, podem ser citados os ecossistemas em regiões áridas e semi-áridas do mundo, que diferem substancialmente na composição de espécies, mas não nos tipos de formas de crescimento (AGUIAR *et al.*, 1996).

O interesse em aplicação dos conceitos de grupos funcionais tem aumentado nos últimos anos, no contexto das preocupações atuais sobre os efeitos das mudanças globais, especialmente o declínio da biodiversidade, o aumento de CO₂, o aquecimento do clima, agentes do ecossistema em evolução e distúrbios diversos incluindo invasões, bem como questões sobre a dinâmica da comunidade e funcionamento dos ecossistemas (DIAZ 1995, CHAPIN *et al.* 1996, BOND 1997, LAVOREL *et al.* 1997).

Para os grupos de plantas em ecossistemas campestres onde é estabelecida atividade pecuária com fins econômicos, a complexidade da pastagem é colocada como um fator de limitação na aplicação de sistemas de manejo. No entanto, uma organização trófica complexa de uma comunidade é mais estável do que uma mais simples. McNaughton (1977) modelando sistemas descobriu que uma maior diversidade de tipos de plantas superiores geralmente leva a uma maior estabilidade de biomassa em resposta a alterações na herbivoria. Assim métodos de trabalho em manejo desses sistemas podem ser estabelecidos tornando a diversidade de grupos funcionais um critério mais operacional na manutenção produtiva da pastagem.

Nabinger *et al.*, (2006), propôs um modelo conceitual do funcionamento de um sistema pastoril em pastagem natural, o qual indica essas necessidade de agrupar as espécies de acordo com atributos ou respostas semelhantes, levando em conta características de clima, solo, interações humanas (com manejo) que se correlacionam com a disponibilidade, estrutura e qualidade da pastagem. Nesse caminho, Quadros *et al.* (2006), comenta que é fundamental a busca de um meio de classificação que simplifique a comunicação de quem produz a ciência, com quem a aplica e quem irá ser beneficiado por ela. Dentro desta visão, o uso de tipos funcionais vem como uma alternativa ao se trabalhar com descrição de pastagens naturais.

2.3.2 Variáveis para a classificação vegetacional

Em muitos estudos ecossistêmicos a variável biomassa é amplamente reconhecida nas apresentações de hipóteses. O acúmulo de biomassa é uma medida prática, caracterizando intuitivamente assimilação de energia, tendo em vista ainda atividades implícitas como a transferência de energia de um nível trófico para outro. Desse modo, diversos estudos de campo usam alguma medida de biomassa como a variável do ecossistema em função de suas respostas (JOHNSON et al., 1996).

Já os caracteres de agrupamento permitem uma leitura simplificada da vegetação através de um enfoque funcional (THEAU et al., 2004) e podem fornecer importantes informações de mecanismos subjacentes de respostas pós-distúrbio da vegetação como um conjunto de tipos funcionais de plantas definido por atributos relacionados com a aquisição dos recursos (LLORET e MONTSERRAT, 2003).

O conjunto de características foliares correlatas é bastante empregado em espécies de plantas de todo o mundo. Essas medidas separam espécies ditas "de captura" que investem recursos em folhas de curta duração com uma alta taxa de retorno esperada do investimento energético de espécies ditas de "acúmulo" com vida de folhas mais longa com uma taxa mais lenta de retorno esperado (WRIGHT, 2004). As espécies de "captura" possuem folhas relativamente grandes, que crescem com vida útil curta, alta concentração de nitrogênio por unidade de massa, área foliar específica elevada e altas taxas instantâneas de respiração e fotossíntese, (REICH, 1997) enquanto que as espécies de lento retorno ou "acúmulo" possuem o conjunto oposto de traços.

No ecossistema campestre, as características da folha servem como indicadoras da captura e utilização dos recursos pela planta, além de serem preditoras da taxa de crescimento da forragem e valor nutritivo (DURU et al., 2005). Essas características foliares apresentam correlações com o sistema radical. Como exemplo, são encontradas, abaixo do solo, nas espécies de "captura" raízes finas de curta duração e comprimento específico, com uma maior plasticidade morfológica, maior concentração de nitrogênio e altas taxas instantâneas de respiração e absorção de nutrientes e baixa densidade de tecido (TJOELKER, 2005; WAHL, 2000).

Entre as mais importantes destas variáveis se encontram o teor de matéria seca (TMS) e a área foliar específica (AFE), sendo obtidos por metodologia padronizada (WESTOBY, 1998; LAVOREL; GARNIER, 2002; CORNELISSEN *et al.*, 2003). Quadros et al. (2006),

seguindo protocolo desenvolvido por Cornelissen et al. (2003), propuseram o uso de uma tipologia funcional de gramíneas, pelo fato das mesmas corresponderem a 60% a 80% da biomassa disponível em pastagem natural. Utilizaram como um dos critérios de agrupamento, os atributos foliares, TMS e AFE, chegando à conclusão de que estes atributos permitem estabelecer uma tipologia de pastagens naturais aplicável ao seu manejo e à diagnose do estado atual.

A combinação destas duas variáveis é sugerida como uma boa alternativa para quem trabalha com gramíneas, devido sua relação inversa. O atributo TMS é um bom preditor da utilização de recursos e possui relativa facilidade de mensuração (PONTES et al., 2007). No entanto em comparações de ambientes na ecologia vegetal, a AFE torna-se uma variável importante, uma vez que está associada a muitos aspectos fisiológicos e críticos do crescimento das plantas e de sobrevivência (SHIPLEY e VU, 2001). Em estudos realizados por Garagorry (2008), a AFE se mostrou mais estável para espécies ligadas a estratégia de captura de recursos e o TMS mais robusto para as espécies caracterizadas pela conservação de nutrientes.

Nas pastagens naturais do Rio Grande do Sul é possível o agrupamento de quatro grupos significativamente distintos através das relações desses atributos como descrito na Tabela 1, Quadros et al. (2009).

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

Grupos	TMS (g. Kg ⁻¹)	AFE (m ² .kg ⁻¹)	Espécies
A	< 300	> 20	<i>Axonopus affinis</i> , <i>A. argentinus</i> , <i>Dichanetium sabulorum</i> , <i>Paspalum</i> <i>notatum</i> , <i>P. pauciciliatum</i> , <i>P. pumilum</i>
B	300 a 400	14 a 16	<i>Andropogon lateralis</i> , <i>A. selloanus</i> , <i>A. ternatus</i> , <i>Coelorachis selloana</i> , <i>Paspalum notatum</i> , <i>P. plicatulum</i> , <i>Schizachyrium microstachyum</i> , <i>S.</i> <i>spicatum</i>
C	400 a 500	8 a 12	<i>Andropogon lateralis</i> , <i>Erianthus spp</i> , <i>Piptochaetium montevidense</i> , <i>Paspalum plicatulum</i> , <i>Piptochaetium</i> <i>stipoides</i> , <i>Sporobolus indicus</i> , <i>Stipa spp</i>
D	> 500	< 8	<i>Aristida laevis</i> , <i>A. filifolia</i> , <i>A. venustula</i> , <i>Saccharum spp</i> , <i>Piptochaetium montevidense</i> , <i>Sorghastrum spp</i>

Os TF A e B são caracterizados por agrupar espécies prostradas, estoloníferas ou rizomatosas, com uma taxa de alongação foliar e uma duração de vida das folhas menor, e apresentam menores valores de TMS e maiores de AFE. Em virtude disto, acumulam menos biomassa, sendo a mesma e os nutrientes reciclados mais rapidamente apresentando um maior valor nutricional. Os tipos funcionais C e D são caracterizados por gramíneas formadoras de touceiras com maiores durações de alongação e de vida das folhas, acumulando assim maiores quantidades de biomassa, porém de menor valor nutricional.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrições gerais

3.1.1 Local de estudo

O experimento foi realizado na região fisiográfica Serra do Sudeste, embasada pelo substrato granítico do Escudo Cristalino Sul-rio-grandense em quatro áreas localizadas na região superior da bacia do Rio Camaquã, nos municípios de Pinheiro Machado e Piratini. Os solos são do tipo Luvisolo Úmbrico, Argissolos e Neossolo Litólico (STRECK et al., 2008), caracterizados como: solos rasos e profundos, apresentando boa fertilidade, com afloramentos rochosos, relevo fortemente ondulado e uma vegetação composta por um mosaico de floresta nativa com áreas de campo (NESKE et al., 2006). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é o temperado úmido (Cfb), com temperatura do ar média anual de 16°C e precipitação média anual em torno de 1380 mm.

Este estudo foi realizado em estabelecimentos rurais de pecuária exclusivamente familiar cadastradas no projeto Ecologização da Pecuária Familiar como Estratégia de Desenvolvimento Territorial do Alto Camaquã, RS, vinculado a EMBRAPA-CPPSUL implantado a partir do ano de 2008, com objetivo de desenvolvimento sustentável da pecuária familiar na região. O projeto buscava introduzir nas propriedades alternativas de manejo que seriam acompanhados por associações de produtores da região e com intuito de gerar conhecimento das atividades em relação ao ambiente. Nessas áreas, o produtor/manejador tem um papel muito importante, pois o manejo adotado pode modificar a composição florística e estrutural da vegetação.

3.1.2 Implantação do experimento

As propriedades envolvidas no projeto foram denominadas como UEPAS (Unidades Experimentais participativas) onde quatro destas foram selecionadas para condução de um

experimento em conjunto, tomando-se uma área de todas as propriedades e subdividindo-as para condução de um sistema de pastoreio em rotação permitindo um período de descanso do pastejo nos potreiros. Juntamente com a subdivisão foram aplicados fertilizantes naturais em determinados potreiros em posições estratégicas como fator de melhoria das condições de produção da pastagem natural a ser avaliada.

As áreas foram subdivididas, com cercas eletrificadas e os níveis de adubação foram duas t/ha de pó de rocha (Pó de Rocha Bioland®) e 500 Kg/ha de Fosfato Natural Reativo – Bayóvar (Sechura) e duas t/ha calcário. As aplicações foram feitas a lanço seguindo Kaminski e Peruzzo (1997). Essa adubação não teve o intuito de correção específica do solo, como são fontes naturais de liberação lenta de nutrientes foram usadas como fator de mudança no processo de dinâmica da vegetação. As avaliações para as análises das hipóteses desse estudo ocorreram no período de setembro de 2011 a maio 2012, após três anos da implantação do projeto. O registro climático da região no período de avaliação mostrou um período crítico de estiagem na estação de crescimento entre o segundo e terceiro levantamento, no mês de fevereiro de 2012.

3.2 Caracteres específicos das UEPAs

A UEPA I, é localizada no Rincão de Porongos, no município de Pinheiro Machado-RS onde o experimento foi implantado em uma área de cinco hectares em localização mais ao sul da bacia do Rio Camaquã (coordenadas 31°22' S, 53°31' O) e próxima ao município de Candiota-RS. A altitude varia de 400 a 370 m em relação ao nível do mar, respectivamente da parte mais elevada a mais inferior do relevo no local, apresentando relevo ondulado com coxilhas e morros dispersos. Os piquetes são áreas de pastagem natural típicas da região, abrangendo encostas de coxilhas e baixadas cortadas por uma sanga e capões de matos ciliares e poucas árvores dispersas.

A UEPA II está localizada no Rincão Aberta dos Cerros ainda no município de Pinheiro Machado- RS, e o experimento foi implantado em uma área de quatro hectares, que se encontra numa região de vales e morro ao sul mais próxima da bacia do Camaquã (coordenadas 31°10' S, 53°22' O) e com altitude no local variando de 185 a 178 m em relação ao nível do mar, da parte mais elevada a mais inferior do relevo respectivamente. Apesar dessas características da propriedade, os potreiros se encontram em uma área de pouco

declive, cortada por um banhado que junta-se a um arroio, sendo áreas de pastagem natural com histórico de cultivo e pastejo contínuo, não havendo presença de vegetação arbórea.

A UEPA III é situada na localidade de Alto Bonito, também pertencente ao município de Pinheiro Machado, ali o experimento foi implantado em uma área de 10 hectares. A propriedade possui maior declividade do terreno e solos mais rasos em relação às outras UEPAs, como também solo mais raso. A UEPA III é situada mais próxima do Rio Camaquã (31°03' S, 53°13' O) com altitude no local variando de 290 a 265m para o ponto mais alto e mais baixo respectivamente. Na área abrangida pelos potreiros ocorre uma vegetação com presença de capões de árvores e plantas de araucárias (*Araucaria angustifolia*) dispersas junto a alguns arbustos de "guabirova" (*Campomanesia aurea*). Essa área é cercada por encostas íngremes e ao centro uma área de captação de água que permaneceu seca a maior parte do verão. O histórico do pastoreio nesta área foi marcado por um pastoreio contínuo de elevada intensidade com bovinos e ovinos.

A UEPA IV é na localidade de Barrocão no município de Piratini-RS. A área experimental nesse local foi mantida sob o pastoreio contínuo, uma parte foi apenas cercada para diferir de um método de pastoreio mais extensivo. Essa UEPA está situada em um local de vale com relevo plano entre o arroio Boecy e arroio Barrocão próximos da barra com o rio Camaquã (coordenadas 31°03' S, 53°10' O) com altitude variando de 108 a 111 m para o ponto mais baixo e mais alto respectivamente. Na área do experimento ocorre um charco ao centro com domínio do capim "santa fé" (*Panicum prionitis*) e uma parte com leve declive até um valo de drenagem com divisa a uma área de cultivo de arroz. Essa área também possui uma vegetação típica com um histórico de utilização de pastejo contínuo e uso como cultivo por longo tempo e com sérios indícios de revolvimento de solo.

4. CAPÍTULO I - MEDIDAS DE ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS NA CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL DE GRAMÍNEAS SOBRE FATORES LOCAIS NO ALTO CAMAQUÃ, RS

Alessandro Freire Moterle¹, Fernando Luiz Ferreira de Quadros², José Pedro Pereira Trindade³

¹ Pós-Graduação em Agrobiologia– Universidade Federal de Santa Maria, RS.

² Departamento de Zootecnia – Universidade Federal de Santa Maria, RS.

³ EMBRAPA-CPPSUL.

4.1 Resumo: A classificação de plantas por tipos funcionais (TF) estabelece um meio de ligação entre a fisiologia da planta, da comunidade vegetal e processos do ecossistema. Em pastagens naturais, as propostas de classificação de plantas são concentradas em características foliares. O objetivo desse trabalho foi classificar as espécies de Poaceas que possuem maior participação na vegetação do Alto Camaquã, através de seus atributos morfológicos teor de matéria seca (TMS) e área foliar específica (AFE), e cadastrando suas possíveis variações em diferentes sítios. O trabalho foi conduzido nas unidades experimentais participativas (UEPAs) do Alto Camaquã e a avaliação ocorreu durante o mês de maio de 2012. Foram coletados afixos de plantas de cada espécie formando uma amostragem casualizada da espécie em diferentes pontos amostrais. A coleta seguiu os protocolos de Garnier et al. (2001), Cornelissen et al. (2003) e Garagorry et al. (2007) para determinação do TMS e da AFE. Foi possível formar grupos de espécies com diferentes características funcionais, sendo que a maioria das espécies se manteve estável nas classificações. Entre os atributos morfológicos, o TMS apresentou maior variabilidade para os grupos C e D em diferentes locais.

Palavras-chave: Fatores locais. Classificação funcional. Atributos morfológicos. Espécies.

MORPHOLOGICAL ATTRIBUTES MEASUREMENTS TO FUNCTIONAL CLASSIFICATION OF GRASSES ON SITE FACTORS IN ALTO CAMAQUÃ, RS

4.2 Abstract- Plants classified into functional types (TF) provides means of connection between plant physiology and plant community and ecosystem processes. In rangelands, TF are proposed based on leaf traits. In this paper we propose to group Poaceae species with higher biomass contribution in grasslands of Alto Camaquã, RS (Brazil), through their morphological traits, and record their possible variations at different sites. The experiment was carried at "Alto Camaquã" sites and evaluations took place along May 2012. In each of the plant species were collected tillers, forming a random sampling of species at different sampling points. Protocols of Garnier et al. (2001), Cornelissen et al. (2003) and Garagorry et al. (2007) were followed to assess leaf dry matter content (LDMC) and specific leaf area (SLA). It was possible to cluster species with different functional features and most species remained stable in each group. Among the two morphological traits used, TMS showed higher variability for groups C and D at different sites.

Keywords: Functional classification. Morphological traits. Site variables. Species.

4.3 Introdução

Os Tipos funcionais de plantas podem ser definidos como conjuntos de plantas que exibem respostas semelhantes às condições ambientais e com efeitos semelhantes sobre os processos dominantes do ecossistema (WALKER 1992; NOBRE; GITAY 1996). A classificação de plantas por tipos funcionais (TF) estabelece um meio de ligação entre a fisiologia da planta, comunidade vegetal e processos do ecossistema, proporcionando assim uma ferramenta poderosa na pesquisa de mudanças climáticas (DIAZ e CABIDO, 1997), como também em efeitos de sistemas de manejo em pastagem natural em relação a uma escala regional.

A funcionalidade, contudo, é muito difícil de ser definida ou classificada. Plantas podem apresentar mudanças quanto às condições ambientais, ao longo de um gradiente ou sob uma resposta evolutiva. Alterações no ambiente podem condicionar mudanças específicas nas características funcionais, como as respostas observadas na minimização da perda de água, metabolismo e alocação de recurso e taxas de crescimento (BOX, 1996). No entanto algumas dessas mudanças funcionais podem ser descritas através de um padrão de mudança estrutural nos grupos de plantas ou pela plasticidade fenotípica exibida por algumas espécies.

Em pastagens naturais, as propostas de classificação de plantas são concentradas em características foliares, as quais, estão diretamente ligadas a fatores relacionados com as taxas potenciais de crescimento das plantas (WESTOBY et al., 2002), que por sua vez podem ser utilizadas como indicadores de diagnóstico do manejo de pastagens (THEAU et al., 2004).

Na caracterização ou previsão de respostas dos processos de dinâmica das espécies, além da escala da região fitogeográfica, os modelos de predição dependem da descrição da vegetação usando agrupamentos diferentes das espécies (PILLAR, 2000). O agrupamento de plantas baseados em atributos foliares como teor de matéria seca da folha (TMS) e da área foliar específica (AFE) sugere um bom nível de respostas funcionais em escala regional (GARNIER et al. 2001). Entretanto alguns estudos realizados no RS (CRUZ, 2010; GARAGORRY, 2008) mostram classificações das medidas dos atributos que determinam cada tipo funcional, estando às espécies incluídas nos grupos em função dos períodos de avaliação e locais amostrados, e os autores indicam a necessidade de maiores níveis de amostragem. A consolidação dessas medidas dos atributos que definem os grupos é importante para observarmos até que níveis de alteração, os atributos TMS e AFE podem representar seu efeito sobre a vegetação em larga escala.

A hipótese com a qual trabalhamos é que as medidas de TMS e AFE das espécies se mantenham estáveis para os grupos em diferentes variações de local e época. Também podendo ser representados grupos funcionais com um determinado limite de variação nas espécies representadas.

O objetivo desse trabalho foi classificar as espécies de Poaceas que possuem maior participação na vegetação do Alto Camaquã, através de seus atributos morfológicos TMS e AFE, a fim de descrever grupos funcionais a partir das espécies e cadastrando suas possíveis variações desses atributos em diferentes sítios, visando a caracterização funcional da comunidade campestre em larga escala.

4.4 Materiais e métodos

O trabalho foi conduzido nas UEPA's descritas no item 3 e a avaliação ocorreu durante o mês de maio de 2012.

Para a identificação de quatro grupos correspondentes aos tipos funcionais de gramíneas formados pelas principais espécies que ocorrem da vegetação dos campos do RS (QUADROS et al., 2009), foram coletadas 221 amostras das espécies que tinham participação maior que 5% observada por caminhamento nos poteiros experimentais em mês de maio nas UEPA's, totalizando amostras de 14 espécies.

Foram coletados afilhos de plantas de cada espécie por três operadores, formando uma amostragem casualizada da espécie em diferentes pontos amostrais em poteiros de pastejo rotacionado contínuo e recebendo tratamentos de fertilização em cada sítio (UEPA) durante um período de esforço amostral de uma semana entre 14/05 e 18/05 de 2012. A coleta seguiu os protocolos de Garnier et al. (2001), Cornelissen et al. (2003) e Garagorry et al. (2007) para determinação do teor de matéria seca da folha (TMS) e da área foliar específica (AFE).

Os afilhos foram acondicionados em potes plásticos com água deionizada até seu terço inferior e acondicionados em caixa de isopor com gelo para que fossem diminuídas as perdas de água das plantas ocasionadas pelos processos de fotossíntese e/ou respiração. No laboratório, as amostras foram acondicionadas em refrigerador por um período mínimo de 6 horas com escuridão total objetivando padronizar as amostras. Posteriormente, foram separadas as últimas folhas adultas íntegras dos afilhos. Estas folhas foram pesadas para obtenção do peso verde e digitalizadas com scanner de mesa para determinação da área foliar.

Posteriormente as folhas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas a estufa de ar forçado a 65 °C para obtenção do peso seco da folha. O TMS foi obtido pela razão entre o peso seco e o peso verde das folhas (expresso em g.kg^{-1}) e a AFE foi determinada pela razão da área foliar com o peso seco (expresso em $\text{m}^2.\text{kg}^{-1}$).

O arranjo experimental foi em Blocos casualizados na comparação dos grupos TF onde o fator UEPA consistiu os blocos e as espécies constituíram repetição dentro dos blocos com número desigual. Na diferenciação dos grupos TF em cada UEPA, o delineamento foi em blocos incompletos onde as espécies constituíram o bloco em número desigual.

A classificação foi realizada por meio de análise de agrupamento pelo método de soma dos quadrados (Ward) sobre as médias das espécies de duas maneiras: os grupos formados por média geral das espécies em todos os pontos amostrais e os grupos formados com média das espécies ponderada, já que as espécies não possuem o mesmo nível de participação em cada local. Na figura 1, a) os valores de atributos morfológicos TMS e AFE foram agrupados pela média simples das espécies amostradas e b) pelos valores médios das espécies ponderados para atribuir o mesmo peso na participação das espécies para cada local (UEPAs).

Após a definição dos grupos sobre as médias, procederam-se testes de aleatorização para estabelecer os níveis de significância das diferenças entre os grupos de espécies. Os dados também foram agrupados a partir das médias de espécies dentro de cada UEPA e com o nível de significância testado por meio uma análise de nitidez “bootstrap”. Em seguida, foi realizada uma análise de ordenação de coordenadas principais com os dados das médias das espécies dentro de cada UEPA, para identificar os grupos formados e efeito das variações ambientais das UEPAS no plano de variação dos atributos TMS e AFE.

Paralelamente a estas análises, os atributos TMS e AFE foram testados separadamente por análise de variância com o arranjo fatorial de quatro grupos TF e quatro UEPAs com números desiguais de repetições, onde os dados foram transformados para atender os pressupostos do modelo de análise. As demais análises foram realizadas utilizando a distância euclidiana, como medida de dissimilaridade entre as unidades amostrais. As análises foram feitas com o auxílio do software MULTIV (PILLAR,2004), disponível em:

<http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/ecoqua/software.html>,

e através do aplicativo suplemento do EXCEL ACTION disponível em:

<http://www.portalaction.com.br/>

4.5 Resultados e discussão

Os resultados da análise de agrupamento, da matriz de similaridade entre as médias de atributos TMS e AFE das espécies estão representados em dendrograma na figura 1-a indicando os quatro grupos distintos, onde o grupo TF A inclui espécies típicas de relvado (formação de gramíneas rasteiras e folhosas), inclusive *Paspalum notatum*, que estão em ambientes intensamente pastejados, além de espécies de ambientes mais férteis e úmidos como o *Paspalum pumilum*, *Paspalum dilatatum* e *Axonopus affinis*, e espécies que não estão relacionadas com adaptação ao pastejo, como *Dichanthelium sabulorum*, mas que ocorrem abrigadas junto a outras estruturas como *Eryngium horridum*.

Estas espécies apresentam diferentes estratégias de habitat e adaptação, no entanto, em relação à exploração de recursos o TF A, é representado por espécies com alta capacidade de captura de recursos, com altos investimentos em aparato fotossintético com alta AFE e baixo TMS (DÍAZ e CABIDO, 1997). Este grupo formado pode ser descrito como dependente de distúrbios constantes para manter a comunidade vegetal com menor altura e maior disponibilidade de luz para permanecer, além de boa condição de fertilidade para manter altas taxas de crescimento e expansão foliar, de outro modo acaba miniaturizando suas estruturas e perdendo participação, dando lugar para outros grupos que monopolizam recursos em elevadas estruturas (DETLING, 2000; DÍAZ *et al.*, 2001).

No grupo representado por TF B foram associadas espécies de ciclos de vida curta e bem definidos durante a estação de verão, são bem observadas na pastagem durante o período de outono quando se encontram em florescimento. Estas espécies habitam sempre em associação com outros grupos ou em reboleiras que permeiam locais específicos tornando sua participação muitas vezes menor ao nível de potreiro. No TF B geralmente existem espécies que transitam de um grupo funcional a outro. Muitas espécies de captação de recurso que se desenvolvem em ambientes férteis são incluídas, como *P. notatum*, *P. pumilum*, *A. argentinus* e *D. sabulorum*, de crescimento prostrado e *Coelorachis selloana*, além de espécie cespitosa de porte baixo, *Sporobolus indicus*. Essas espécies são incluídas nesse grupo devido apresentarem seus valores de atributos relativos à época de coleta dos afilhos e assim para esses grupos são recomendadas diversas amostragem durante o ano.

O grupo classificado como TF C na análise de agrupamentos reuniu espécies cespitosas com estratégia de monopolização de recursos, ou seja, espécies competidoras com características de exclusão daquelas de menor porte. Podem ser de rápido crescimento em

uma condição ambiental favorável e estabelecem dominância sobre pouco distúrbio. Assim, estas plantas também transitam de grupo funcional sendo muitas vezes caracterizado por espécies de conservação de recursos, com valores altos de TMS e baixos valores de AFE e alta duração de vida das folhas (THEAU et al., 2004; ANSQUER et al., 2004). Entretanto, os valores do TMS e da AFE podem ser registrados próximo do grupo B, dependente do nível de distúrbio (QUADROS et al. 2006).

Nesse grupo estão espécies que habitam tanto ambientes pouco relacionados com distúrbios frequentes de pastejo, como *S. microstachyum* ou sobre locais formando duplo estrato com a menor intensidade de pastejo como *A. lateralis*. Há espécies que se desenvolvem formando touceiras altas em resposta a uma condição de elevada alteração do ambiente, sendo o *S. microstachyum* em áreas de revolvimento de solo e *S. indicus* como indicativo de solo compactado. Entre outras características são plantas que geralmente permanecem sobre distúrbios frequentes e que aumentam rapidamente a biomassa em resposta a uma mudança de manejo como *A. lateralis* e *S.indicus* sendo pioneiras em elevar a altura das touceiras, em função da conservação dos recursos adquiridos.

As espécies agrupadas em TF D possuem características bem definidas de adaptação a ambientes pobres e de déficit hídrico. Assim são representadas por espécies como *A. laevis* e *P. montevidensis*. Habitam áreas de topo de encosta e bastante drenadas conjuntamente com espécies como *Calamagrostis viridi-flavescens* e *Piptochaetium stipoides*. Além de *Saccharum angustifolius* mais típica de exclusão de pastejo, pois não tolera tal distúrbio elevado e normalmente se apresenta pastejada na superfície das touceiras. São plantas de baixas taxas de crescimento, longa duração de vida das folhas, baixa AFE contém proporcionalmente mais parede celular (lignina, hemicelulose, celulose) quando comparadas com espécies com altas taxas de crescimento (PORTER e REMKES, 1990).

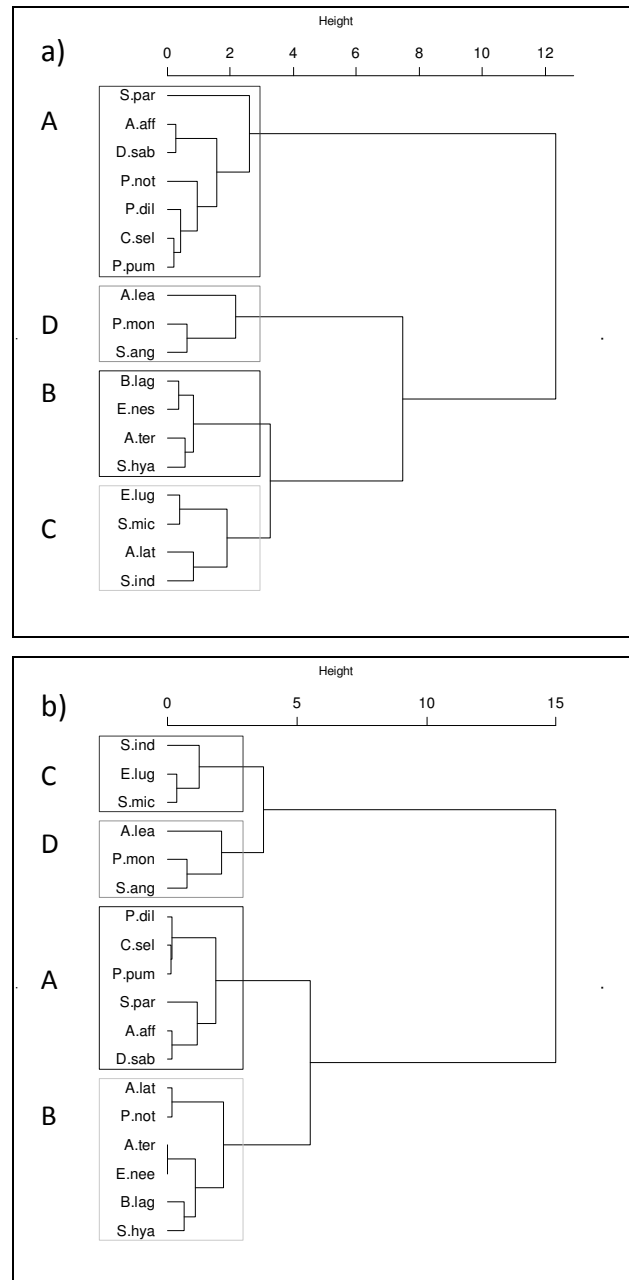


Figura 1- Dendrograma das espécies coletadas em diferentes locais no Alto Camaquã mostrando a composição dos grupos em relação aos atributos morfológicos (TMS e AFE) a partir da análise de agrupamento pelo método de soma dos quadrados (variância mínima) usando Distância Euclidiana. Em a) grupos usando media simples das espécies amostradas, b) media ponderada atribuindo mesmo peso na participação nos diferentes locais. Os grupos A, B, C e D são respectivos tipos funcionais de gramíneas. Onde: *S.par*= *Setaria parviflora*, *A.aff*= *Axonopus affinis*, *D.sab*= *Dichanthelium sabulorum*, *P.not*= *Paspalum notatum*, *P.dil*= *Paspalum dilatatum*, *C.sel*= *Coelorhachis seloana*, *P.pum*= *Paspalum pumilum*, *A.lae*= *Aristida laevis*, *P.mon*= *Piptochaetium montevidense*, *S.ang*= *Saccharum angustifolius*, *B.lag*= *Botriochloa laguroides*, *E.nes*= *Eragrostis neesii*, *A.ter*= *Andropogon ternatus*, *S.hya*= *Steinchisma hyans*, *E.lug*= *Eragrostis lugens*, *S.mic*= *Schizachirium microstachyum*, *A.lat*= *Andropogon lateralis*, *S.ind*= *Sporobolus indicus*.

Na figura 1-b, no dendrograma, estão representados os resultados da análise de agrupamento, da matriz de similaridade entre as médias das espécies ponderadas ao mesmo nível de participação em cada local. A variação das médias nesse critério demonstrou que as espécies *A.lateralis* e *P. notatum*, alteraram sua classificação em função das características dos sítios, enquanto as demais espécies se mantiveram estáveis nos agrupamentos nas duas condições. Na figura 1a, *P.notatum* se classifica no grupo funcional A e *A.lateralis* no grupo funcional C, quando na figura 1b ambas são representadas no grupo B.

Essa característica representa a plasticidade fenotípica dessas espécies em relação à classificação funcional dependendo do fator local. Ou seja, entre as espécies, estas foram às únicas que possuem uma amplitude de resposta nos atributos dependentes dos fatores, capaz de mudar o desenvolvimento nas diferentes condições nessa escala. No caso observado, *P.notatum* em dada situação possui atributos relativos ao grupo A de alta captura de recurso e *A. lateralis* em dada situação possui atributos relativos ao grupo C, característico de espécies de hábito cespitoso.

A variação de atributos foliares nestas plantas é descrita em outros estudos, e talvez esteja relacionada à grande participação destas espécies na vegetação do RS, com maior adaptação às diversas variações. Resultados como este são observados por Garagorry (2008), em que nos grupos A e B transitaram as espécies *P. notatum* e nos grupos B e C, o *P. plicatulum* atribuindo este tipo de ocorrência à plasticidade destas espécies, que pode ocorrer em resposta às variações climáticas, edáficas, bióticas e antrópicas. Da mesma forma, Quadros et al. (2006) encontraram plasticidade fenotípica para *A. lateralis* nos grupos B e C e para *Paspalum paucifolium* nos grupos A e B. A plasticidade entre as medidas de atributos também foi verificadas por autores como Garnier et al. (2001), os quais indicaram a necessidade de coletas de atributos em diversos locais para estabelecimento de grupos em uma escala regional.

Os grupos na figura 1b possuem a mesma representação de espécies nos diferentes locais estudados. Portanto, foi considerado como base de agrupamento dos TFs que ocorrem na região do Alto Camaquã, em que foi representado pelas UEPA's. A partir dessa classificação, houve diferença significativa em todos os contrastes entre os grupos formados por essas espécies ($P < 0,001$).

Tabela 1 – Valores médios dos atributos morfológicos teor de matéria seca (TMS) e área foliar específica (AFE), de cada tipo funcional (TF) comparados entre si por teste de aleatorização, acompanhados dos atributos descritivos de cada variável.

Grupos	TMS	AFE	SQ-AL	DP-TMS	C.V-TMS	DP-AFE	C.V-AFE	P (SQe>SQd)
Entre-TF			5,6037					0,001
TF-A n=23	278,45	24,564		27,45	0,09	4,15	0,16	
TF-B n=19	353,16	20,412		43,80	0,12	2,56	0,12	
TF-C n=11	426,68	15,705		43,85	0,10	2,69	0,17	
TF-D n=11	451,33	7,3137		58,43	0,12	2,75	0,37	
Bloco(UEPA)			0,13455					
Dentro-TF			1,4378					

DP= Desvio padrão, CV= coeficiente de variação SQ-AL= soma de quadrados da aleatorização SQe=soma de quadrados entre grupos, SQd= soma de quadrados dentro de grupos. N= número de espécies no grupo vezes o número de UEPA.

Segundo trabalho de Garagorry (2008), as espécies *P.notatum* e *P. plicatulum* obtiveram maior variação ambas pertencentes a TF intermediários e foi possível observar que o TMS era mais estável que a AFE, indicando maior robustez do TMS, em acordo com resultados de outros autores como Wilson et al. (1999). Nesse presente trabalho, a variação dentro dos grupos sobre os diferentes locais pelos atributos TMS e AFE, confirmam a afirmação acima descrita. Também foram encontrados resultados semelhantes por Garnier et al. (2001) e por Al Haj Khaled et al. (2005), sendo que a característica que teve a menor variação dentro de grupos foi o TMS seguida da AFE, entre outros atributos.

Os autores citados acima descrevem que o TMS é um atributo mais influenciado pela densidade dos tecidos, sendo menos variável, amplamente independente da espessura das folhas e, portanto um melhor preditor de sua posição nos grupos em relação ao hábito de captura de recursos. No entanto algumas plantas de hábito cespitoso podem apresentar variação no TMS maior que a AFE devido sua menor variação morfológica foliar da espécie e pela lignificação dos tecidos com o avanço na idade da planta (DURU et al. 2005). A AFE é mais variável entre repetições sendo fortemente influenciada pela espessura das folhas e por sua vez bastante relacionada com a disponibilidade de nitrogênio (GARNIER et al. 2001 b).

No sentido de estender a aplicação do agrupamento das espécies em tipos funcionais para uma abordagem regional, a consistência das espécies dentro de cada grupo em diferentes locais foi importante. Este resultado pode ser observado no diagrama de ordenação da Figura 2. No contexto, os grupos foram analisados com base nos valores de AFE e TMS a partir de uma matriz de semelhança com a média de atributos das espécies por UEPA. Observa-se que

a mesma configuração anterior foi detectada, agora separada pelo teste de nitidez baseados na correlação das repetidas espécies com auto-reamostragem ('bootstrap'). Quatro grupos foram separados no mesmo nível anterior e foram diferentes estatisticamente ($P < 0,038$).

Na Figura 2, os valores funcionais e a filogenia praticamente não se separam em grupos diferentes, o que pode representar a estabilidade dos valores destas espécies dentro da variação dos grupos funcionais já determinados pela média das espécies. O que reforça a possibilidade de usar agrupamento das espécies de forma implícita em seu quadro funcional em uma pastagem do Alto Camaquã. No entanto, é necessário relacionar alguns fatores para a participação de *A.lateralis* e *P.notatum* na classificação como já descritos em outros estudos no RS (QUADROS, 2009).

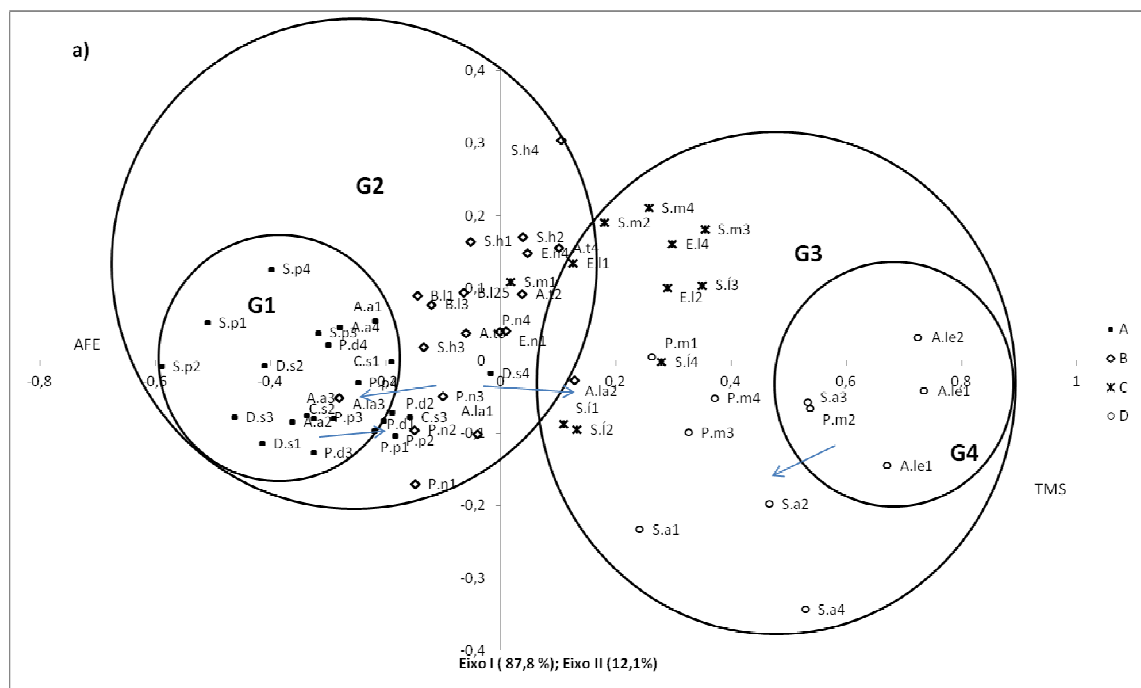


Figura 2 – Diagrama de ordenação dos grupos formados por uma análise de ordenação utilizando os valores médios de AFE e TMS das espécies por UEPA abaixo relacionadas. A separação dos grupos indicada na figura foi identificada por análise de nitidez de grupos “bootstrap”. G-1, G-2, G-3 e G-4 são os primeiros grupos distintos significativamente na análise, S.p= *Setaria parviflora*, A.a= *Axonopus affinis*, D.s= *Dichanthelium sabulorum*, P.n= *Paspalum notatum*, P.d= *Paspalum dilatatum*, C.s= *Coelorhachis seloana*, P.p= *Paspalum pumilum*, A.le= *Aristida laevis*, P.m= *Piptochaetium montevidense*, S.a= *Sorghastrum angustifolius*, B.l= *Botriochloa laguroides*, E.n= *Eragrostis neesii*, A.t= *Andropogon ternatus*, S.h= *Steinchisma hians*, E.l= *Eragrostis lugens*, S.m= *Schizachirium microstachyum*, A.la= *Andropogon lateralis*, S.i= *Sporobolus indicus*. As UEPAs são indicadas pelos números: 1, 2, 3, e 4 = as UEPAs I, II, III, e IV respectivamente.

Embora essa técnica se assuma sendo relativa ao período para algumas variações de TMS e local para AFE, não se torna prejudicial para a nitidez dos grupos classificados. Os atributos TMS e AFE foram propostos por vários autores como alternativas para identificar

padrões de associação entre os atributos das plantas da flora local e as possíveis respostas no funcionamento dos ecossistemas em diferentes condições ambientais e com ampla aplicabilidade para outras regiões geográficas (DÍAZ e CABIDO, 1997; WEIHER et al., 1999; LAVOREL e GARNIER, 2002).

Na perspectiva dessa abordagem regional, o diagrama da figura 3 apresenta classificações feitas a partir dos atributos TMS e AFE por outros estudos no RS com as médias dos grupos funcionais classificados no presente estudo. Assim, as distinções em relação ao período e composição de espécies dos grupos deslocam a tendência em um quadro regional. Nesse estudo, por exemplo, a amostragem das espécies *B.laguroides*, *S.hyans*, *E.neesii*, *E.lugens* e *S. microstachyum* apresentou um alto conteúdo de TMS, enquanto as demais espécies que inclusive estão nas mesmas classificações feitas por outros autores, não se deslocaram das características dos grupos mesmo no período outonal, se mantendo próximas de uma classificação geral.

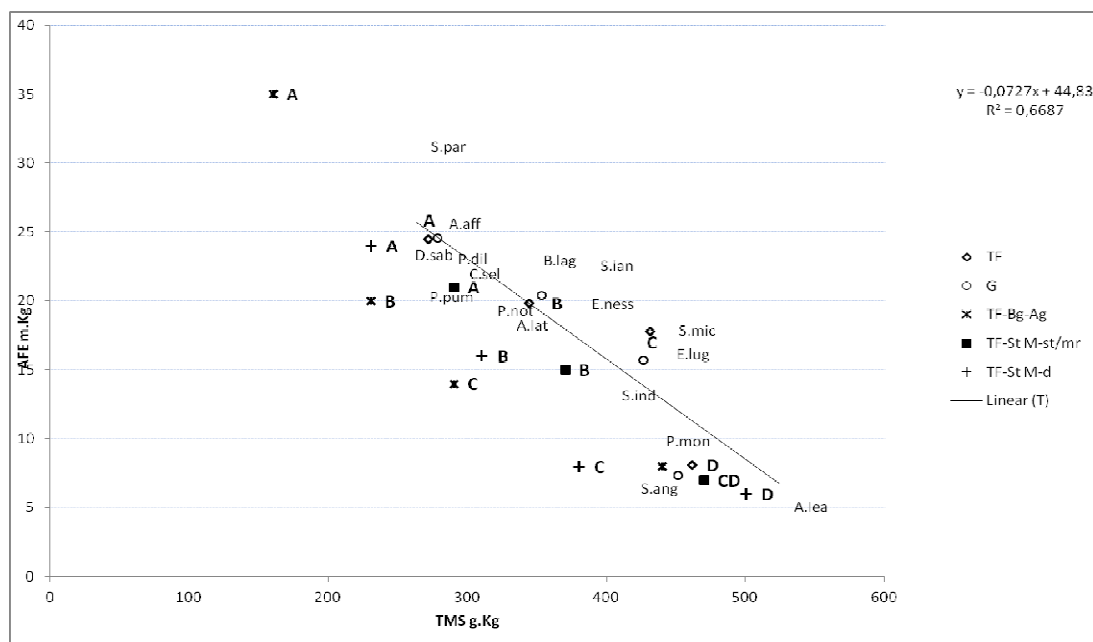


Figura 3- Diagrama de dispersão das medidas dos atributos teor de matéria seca e área foliar específica (TMS e AFE) dos grupos funcionais classificados no Alto Camaquã e em diferentes estudos regionais, mostrando o contraste das médias das espécies medidas sobre a tendência T. Onde: TF= média dos tipos funcionais classificados, G= médias dos grupos formados pela análise de agrupamento da Figura 2, TF-Bg-Ag= tipos funcionais de gramíneas estudadas em agosto em Bagé-RS , TF-St M-st/mr= médias dos tipos funcionais de gramíneas estudadas de setembro e março em Santa Maria-RS (GARAGORRY, 2008), TF-St M-d= tipos funcionais de gramíneas dados analisados (CRUZ, 2009) Onde: S.par= *Setaria parviflora*, A.aff= *Axonopus affinis*, D.sab= *Dichanthelium sabulorum*, P.not= *paspalum notatum*, P.dil= *Paspalum dilatatum*, C.sel= *Coelorhachis selleana*, P.pum= *Paspalum pumilum*, A.lea= *Aristida laevis*, P.mon= *Piptochaetium montevidense*, S.ang= *Sorghastrum angustifolius*, B.lag= *Botriochloa laguroides*, E.nes= *Eragrostis neesii*, A.ter= *Andropogon ternatus*, S.hia= *Steinchisma hians*, E.lug= *Eragrostis lugens*, S.mic= *Schizachirium microstachyum*, A.ter= *Andropogon ternatus*, S.hia= *Steinchisma hians*, S.ind= *Sporobolus indicus*.

O fato de que essas espécies apresentaram um maior TMS do que a média, pode estar relacionada à taxa de crescimento reduzida no período em que foi avaliado, pois estas espécies representam ciclos bem determinados durante a estação de crescimento. Embora recomendado o esforço de coleta de folhas de afilhos vegetativos, no outono é reforçada a hipótese de que não é recomendável a avaliação principalmente para relacionar com locais destas espécies na vegetação sobre os aspectos de manejo.

Visando um quadro de diagnóstico operacional na determinação de manejo, por exemplo, onde as medidas de atributos sejam verificadas como características a ser manejadas de uma forma baseada em aspectos morfogênicos dos grupos. Cabe, no entanto, discutirmos o comportamento de resposta destes grupos TF em locais distintos. Baseados no desenvolvimento coevolutivo das plantas, além de microclima, e fatores abióticos e processos bióticos, as características de atributos não representam a mesma época no calendário das plantas em dois locais diferentes (BOX, 1996). Ou seja, o levantamento em diferentes locais representa partes diferentes de processos distintos expressos nos atributos de estrutura foliar em que as espécies se correlacionam.

Dessa forma, a extensão das respostas fenotípicas foliares de alguns grupos funcionais foi diferente em relação aos sítios no Alto Camaquã. Na Tabela 2, o resultado do teste comparando as UEPA's em cada grupo de TF apresentou diferença significativa do sítio (UEPA) nos grupos B e C, ou seja, em grupos que possuem características de transição funcional dos valores de atributos pelos testes de agrupamentos anteriores.

Este resultado permite observar que no grupo C, a separação ocorre relacionada a falta de fontes de casualidades nas diferenças dos grupos provocado pela participação das espécies, ou seja a UEPA III não ocorre *E.lugens* nos poteiros e como são poucas espécies, teve relativo impacto. A diferença em relação ao local é mais clara no grupo B entre as UEPA's I e II, que está associada a diferentes gradientes de intensidade de pastejo. Mudança dessa forma é relatada por Cruz et al.(2010) que destacam variabilidade funcional sobre diferentes ofertas de forragem na Depressão Central do RS.

Tabela 2 - Valores médios dos atributos teor de matéria seca (TMS) e área foliar específica (AFE) dos tipos funcionais nas diferentes UEPA's testados através de aleatorização.

Grupo	UEPA	TMS-g/Kg	AFE- m ² /Kg	C.V TMS-AFE	P(SQe>SQd)
A	I n=6	281,15	24,41	0,09-0,16	0.357
	II n=6	265,24	24,98		
	III n=6	269,46	23,89		
	IV n=5	301,88	25,04		
B	I n=5*	335.94	20,04	0,12-0,12	0.0114
	II n=5*	362.05	19,38		
	III n=6	333.81	21,38		
	IV n=4	405.75	20,78		
C	I n=3*	383.33	17,62	0,10-0,17	0.0286
	II n=3	416.21	15,44		
	III n=2*	473.69	14,03		
	IV n=3	449.18	15,15		
D	I n=3	421.77	8,63	0,12-0,37	0.4359
	II n=3	481.87	6,40		
	III n=3	472.42	7,30		
	IV n=2	418.25	6,70		

Grupo = A,B,C e D diferentes grupos de plantas pelos atributos TMS e AFE, UEPA= I,II,III,IV diferentes propriedades no Alto Camaquã testadas em respectivos grupos; n= numero de espécies contidas nos respectivos grupos.* locais distintos significante no grupo.

Uma descrição mais ampla dessa variabilidade pode ser sintetizada na análise de ordenação da Figura 4, na qual o eixo 1 representa uma relação inversa dos atributos TMS e AFE e o eixo 2 capta um variação com menor correlação com a variabilidade definida pelos atributos.

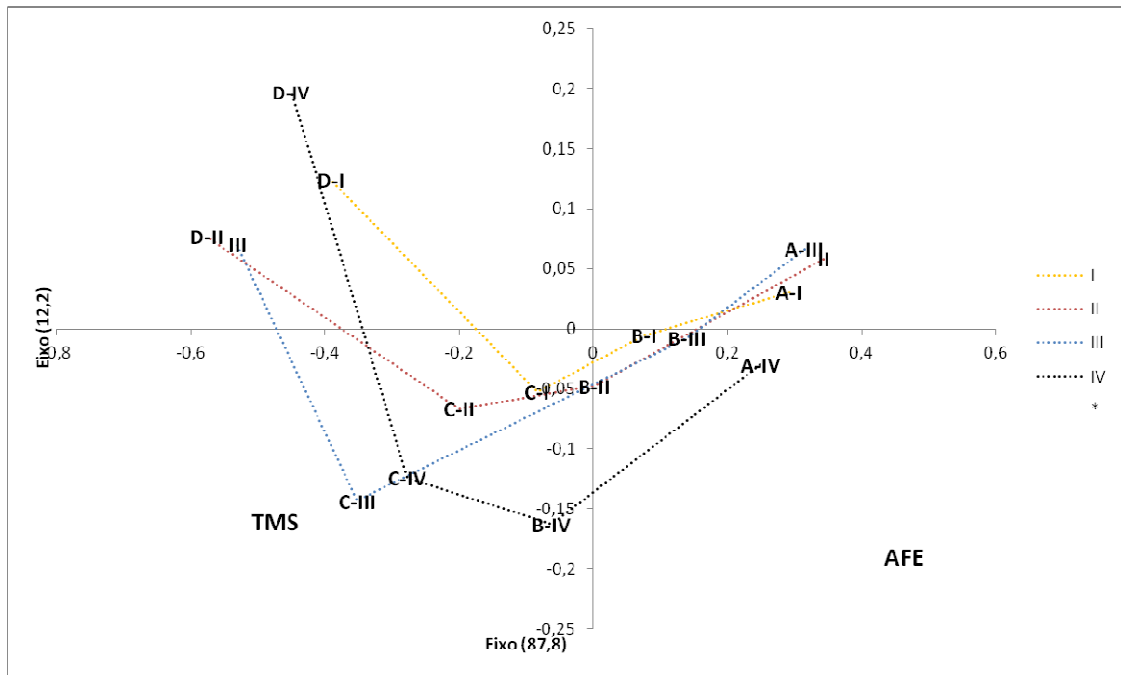


Figura 4- Diagrama de ordenação (PCO) com os escores de cada grupo funcional em sua respectiva UEPA mostrando as relações de atributos morfológicos TMS e AFE, coletados em maio de 2012, na dispersão dos grupos no plano. Onde: TMS e AFE/2= os coeficientes de correlação da variável sobre os eixos foram divididos por dois para melhorar a visualização no diagrama. A, B, C e D são grupos funcionais de gramíneas. I, II, III, IV= UEPA's.

Na análise, tanto o grupo B como o grupo C foram caracterizados por uma parcela de aumento simultâneo das variáveis. Essa característica está relacionada com a discussão anterior em que aumento do TMS ocorre em determinados grupos de plantas ao longo da estação de crescimento. Assim, no período de maio esse processo ocorreu mais nítido nas UEPA's III e IV no grupo C e principalmente na UEPA IV em outros grupos.

Esse resultado é descrito por Garagorry (2008), onde embora a padronização dos afilhos, uma parcela de variação está relacionada à idade dos afilhos de forma intrínseca, indicando uma maior intensidade de amostragem em locais e épocas para aumentar a confiabilidade em resultados de manejo. O recomendado quando se define os atributos a serem utilizados na distinção de manejo é que estes sejam consistentes quanto as variações sazonais, inter-anuais e locais como aponta Garnier et al. (2001). Talvez seja necessário associar mais um atributo de fácil medida para tornar mais confiáveis os diagnósticos de vegetação baseados na participação de plantas em sítios submetidos a diferentes fatores de manejo, principalmente para AFE.

Enquanto isso, aceitamos essa variação em TMS como incluído em padrão de resposta dos grupos B e C formados, pois constituíram um critério de diferenciação em relação às

plantas agrupadas no grupo A e D que não possuem tal maneira de alteração. Ou seja, um critério de separação de grupos de classificação. Quanto a um critério de manejo em cada UEPA esses grupos (B e C) não foi possível relacionar na situação observada na figura 4. Onde segundo a bibliografia já descrita o TMS é dado pela época e distúrbio do pastejo e AFE pela fertilidade e genética e no presente estudo esses resultados para o grupo B e C se atem a essas hipóteses.

A partir dos resultados anteriores e baseados nas hipóteses consultadas. Os atributos TMS e AFE dos grupos foram submetidos a análise de variância de modo a testar o efeito das variáveis nos referidos locais (UEPAs). Assim o atributo TMS foi responsivo no período de maio em diferentes locais e de forma muito uniforme dentro do local. Através da análise de variância demonstrou-se que não ocorrem diferenças significativas na AFE no período de maio nas UEPAs ($P = 0,9298$), enquanto o TMS ocorre interações nos grupos funcionais dependendo do local ($P=0,0358$).

Na figura 5 pode se observar o resultado de interação dos fatores na análise. Primeiramente as UEPAs I e II no período de maio os atributos mantiveram relação inversa com comportamentos distintos em relação aos dois locais, os grupos B C e D tiveram maior TMS e menor AFE na UEPA II, quando que no grupo A, a resposta foi contrária. As características dessas UEPAs são relevantes para esse resultado, onde estas duas UEPAs possuem o pastejo rotativo mais efetivo e com uma grande diferença no padrão de acúmulo de biomassa em decorrência da intensidade de pastejo, sendo mais acentuada na UEPA I em relação a UEPA II. Assim promovendo na UEPA II maior acúmulo de recurso (TMS) nos grupos B, C, e D devido a menor desfolha e reduzindo estas características para o grupo A relacionado com maior taxa de crescimento e maior disponibilidade de recurso do ambiente.

Na UEPA III a relação AFE e TMS segue sendo inversa, no entanto bem acentuada. O TMS para o grupo C não diferencia do grupo D e também há uma aproximação do grupo B com o grupo A. Em fim, na UEPA IV teve um maior TMS no grupo C como alto TMS no grupo A e B com relação as demais UEPAs. A característica bem determinante entre essas duas UEPAs é a disponibilidade hídrica onde a UEPA III há um relevo acentuado com solo raso e a UEPA IV relevo plano e inundável com pastoreio contínuo, configurando dessa maneira realidades bem distintas.

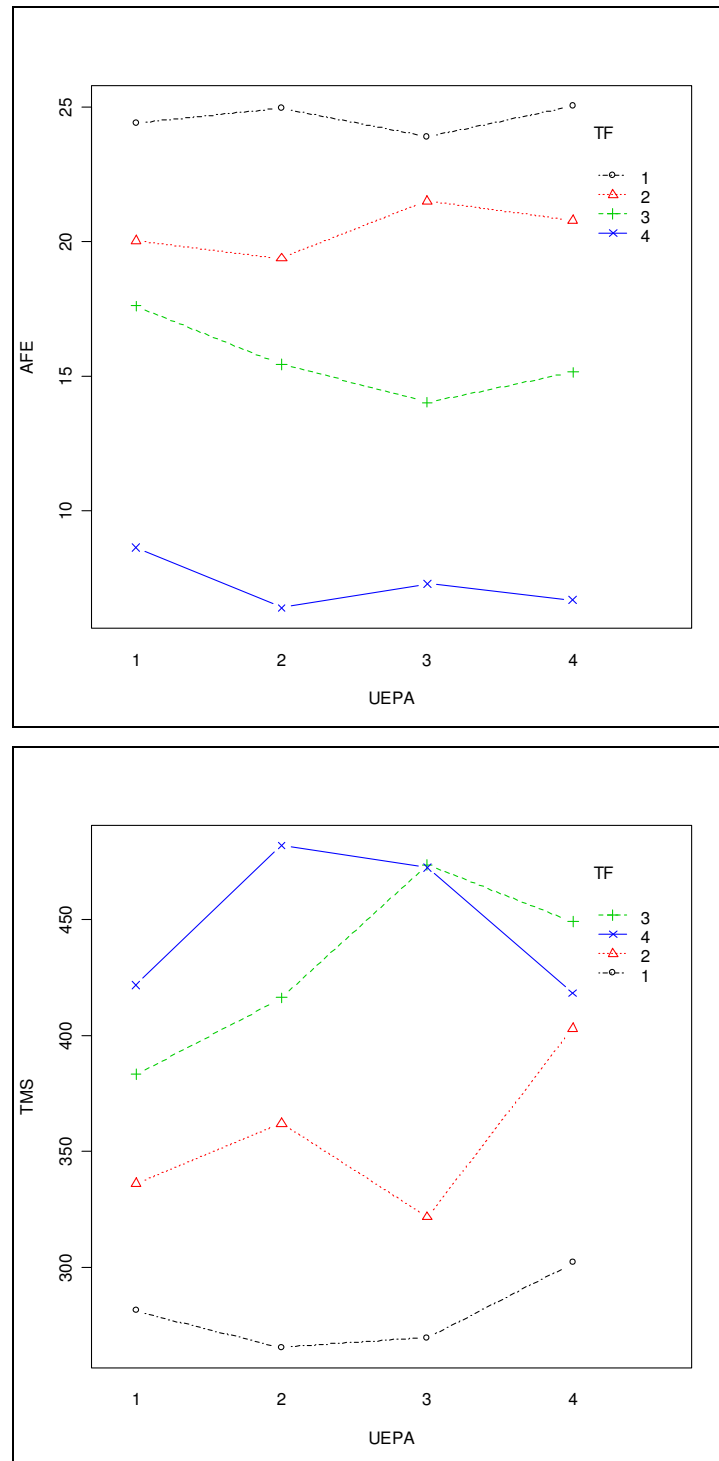


Figura 5 - Interações na análise de variância dos atributos TMS e AFE testando os tipos funcionais em relação às UEPAS onde os dados foram normalizados através de transformação logarítmica. Onde GL dos resíduos foram 57 onde a normalidade dos erros foram $P=0,77$ e $P=0,25$ para TMS e AFE respectivamente.

Na Figura 6 associando esta discussão ao histórico de Biomassa nas UEPAs ao longo da estação de crescimento, pode ser demonstrado uma relação no comportamento do TMS entre as UEPAs III e IV. A UEPA III reduziu a biomassa drasticamente no outono quando que na UEPA IV aumentou. De acordo com essas características, o grupo B representa maior impacto de resposta no TMS no acúmulo ou redução de biomassa de curto prazo na pastagem. Onde na figura 5 o TMS do grupo B na UEPA III diminui com a redução da biomassa da pastagem enquanto o grupo C aumenta o TMS no avanço de idade das plantas. Já na UEPA IV o grupo D não constitui elevado TMS devido a ambiente úmido e o histórico de baixa biomassa, no entanto com um aumento da biomassa no outono após uma estiagem que reduziu o numero de animais, tanto o grupo A como grupo B rapidamente aumentaram o TMS.

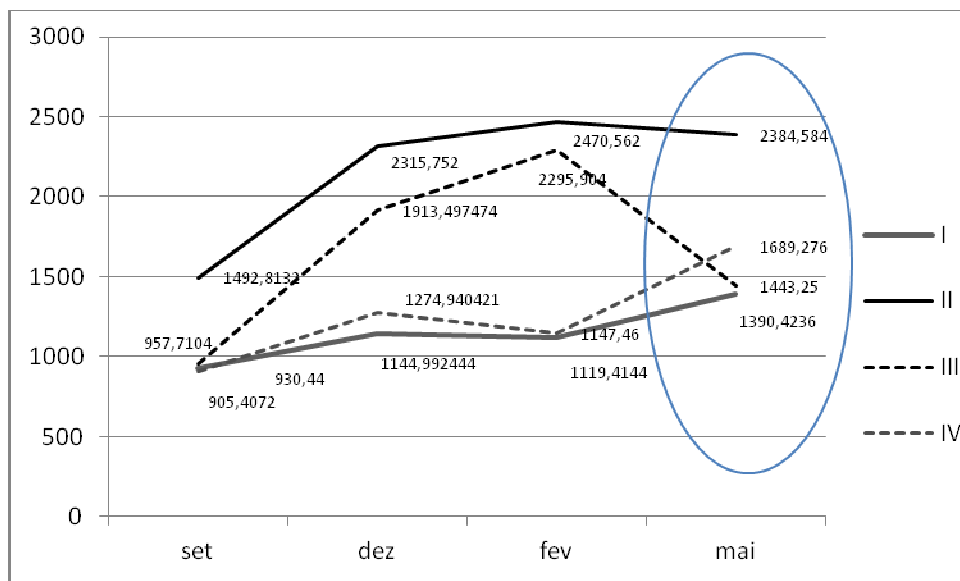


Figura 6 - Diagrama contendo o histórico de biomassa em Kg/há em diferentes períodos de 2011/2012 nas UEPAS.

O TMS demonstra uma capacidade de predição das respostas em função de processos de plantas muito interessante apesar das limitações aqui indicadas. Essa habilidade foi observada por Ansquer *et al.* (2004), onde os autores caracterizaram 17 gramíneas quanto ao TMS, duração de vida das folhas expressa em graus dia e a quantidade de graus dia para atingir 10 cm de altura. Com a utilização destes atributos, foi possível agrupar as plantas em

quatro grupos distintos, entretanto, somente o TMS diferiu estes grupos estatisticamente, mostrando ser recomendado como uma ferramenta para caracterizar os tipos de pastagem de acordo com os tipos de plantas dominantes em relação aos fatores ambientais.

4.6 Conclusões

- Foi possível formar grupos de espécies com diferentes características funcionais em resposta aos fatores pastejo e adubação na região do Alto Camaquã.
- A maioria das espécies de maior contribuição na biomassa se manteve estável nas classificações, mesmo submetidas a fatores distintos. As exceções foram as espécies *A. lateralis* e *P. notatum*, que transitaram entre os grupos B e C.
- Entre os atributos morfológicos, a AFE manteve-se mais estável nas diferentes condições de manejo, enquanto o TMS apresentou maior variabilidade especialmente para os tipos C e D.

4.7 Referências Bibliográficas

- AL HAJ KHALED, R. et al. Variation in leaf traits through seasons and N-availability levels and its consequences for ranking grassland species. **Journal Vegetation Science**, v.16, n.4, p.391-398, 2005.
- ANSQUER, P. et al. Caractérisation de la diversité fonctionnelle des prairies à flore complexe: vers la construction d' outils de gestion. **Fourrages**, v.179, p.353-368, 2004.
- BOX, E. O. Plant functional types and climate at the global scale. **Journal of Vegetation Science**. v.7, p.309-320, 1996.
- CORNELISSEN, J. H. C. et al. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany**, v.51, p.335-380, 2003.

CRUZ, P.; QUADROS, F. L. F.; THEAU, J. P. et al. Leaf traits as functional descriptors of the intensity of continuous grazing in native grasslands in the south of Brazil. **Rangeland Ecology and Management**. Wheat Ridge: Society for Range Management, 2010.

DÍAZ, S.; NOY-MEIR, I.; CABIDO, M. Can grazing response of herbaceous plants be predicted from simple vegetative traits? **Journal of Applied Ecology**, v.38, p.497-508, 2001.

DÍAZ, S. e CABIDO, M. Plant functional types and ecosystem function in relation to global change. **Journal of Vegetation Science**. v.8: p.463-474. 1997.

DURU, M.; TALLOWIN, J.; CRUZ, P. Functional diversity in low-input grassland farming systems: characterisation, effect and management. **EGF**, p.in press, 2005.

GARAGORRY, F. C. et al. Estimativa da área foliar a partir de imagens digitalizadas: A proposição de um protocolo. In: IV CONGRESSO NACIONAL SOBRE MANEJO DE PASTIZALES NATURALES E I CONGRESO DEL MERCOSUL SOBRE MANEJO DE PASTIZALES NATURALES, 2007, Vila Mercedes. **Congreso Nacional Sobre Manejo de Pastizales Naturales**. Vila Mercedes : Universidad Nacional de San Luis, 2007. v. 1. p. 1-1.

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

GARNIER, E. et al. Consistency of species ranking based on functional leaf traits. **New Phytol**, v.152, n.1, p.69-83, October, 2001a.

GARNIER, E. et al. A standardized protocol for the determination of specific leaf area and leaf dry matter content. **Functional Ecology**, v.15, p.688-695, 2001b.

LAVOREL, S.; GARNIER, E. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. **Functional Ecology**, v.16, n.5, p.545-556, October, 2002.

NOBLE, I. R. e GITAY, H. A functional classification for predicting the dynamics of landscapes. **Journal of Vegetation Science**. v.7, p.329-336, 1996.

PILLAR, V. D. How can we define optimal plant functional types? In: PROCEEDINGS IAVS SYMPOSIUM, 2000, Uppsala. **Anais...** Uppsala: Opulus Press, 2000. p. 352-356.

PILLAR, V. D. **MULTIV, Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling.** Porto Alegre: Departamento de Ecologia, UFRGS, <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/> 2004.

POORTER, H.; REMKES, C. Leaf area ratio and net assimilation rate of 24 wild species differing in relative growth rate. **Oecologia**, v.83, p.553-559, 1990.

QUADROS, F. L. F. de. et al. Uso de tipos funcionais de gramíneas como alternativas de diagnóstico da dinâmica e do manejo de campos naturais. In: 42 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.

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 em Argentina.** Bahía Blanca: INRA-SAD, 2004.

WALKER, B. H. **Landscape to regional-scale responses of terrestrial ecosystems to global change.** Abstract from IGBP symposium, reprinted in IGBP Newsletter v.13, p.18. 1992.

WEIHER, E.; et al. Challenging Theophrastus: A common core list of plant traits for functional ecology. **Journal of Vegetation Science**, v.10, n.5, p.609-620, Oct, 1999.

WESTOBY, M., FALSTER, D.S., MOLES, A.T., VESK, P.A. & WRIGHT, I.J. 2002. Plant ecological strategies: some leading dimensions of variation between species. **Annu. Rev. Ecol. Syst.** 33: 125-160.

WILSON, P. J.; et al. Specific leaf area and leaf dry matter content as alternative predictors of plant strategies. **New Phytologist**, v.143, n.1, p.155-162, 1999.

5. CAPÍTULO II - RELAÇÕES ENTRE GRUPOS DE PLANTAS, FATORES AMBIENTAIS E A MUDANÇA DE MANEJO EM QUATRO ESTABELECIMENTOS DO ALTO CAMAQUÃ, RS

Alessandro Freire Moterle¹, Fernando Luiz Ferreira de Quadros², José Pedro Pereira Trindade³, Lidiane da Rosa Boavista,

¹ Pós-Graduação em Agrobiologia– Universidade Federal de Santa Maria, RS.

² Departamento de Zootecnia – Universidade Federal de Santa Maria, RS.

³ EMBRAPA- CPPSUL.

5.1 Resumo - As comunidades campestres interagem na captura e disponibilização dos recursos do ambiente apresentando estruturas vegetais que refletem um histórico de manejo e adaptações. O objetivo desse estudo foi avaliar após três anos de aplicação de adubação (fosfato natural, pó de rocha e calcário) seguidos de alterações no controle do pastoreio, os padrões de configurações da biomassa aérea de grupos de plantas das comunidades em resposta a esses fatores. Foram consideradas unidades amostrais medindo 0,50 por 2,00 m, denominadas transecções (TR) dispostas em locais representativos em quatro estabelecimentos (UEPAs) de pecuária sobre pastagem natural no Alto Camaquã. A variável analisada foi a biomassa de grupos de plantas (GP), utilizando os quatro tipos funcionais de gramíneas descritos por Quadros et al. (2009). Também foram considerados os grupos taxonômicos: F-API (Apiaceas), F-AST (Asteraceas), F-FAB (Fabaceae); as Poaceas anuais de inverno (A-INV) e não pertencentes aos anteriores (OUTR). Através da abordagem utilizada foi possível diagnosticar as trajetórias da vegetação em resposta aos fatores empregados. As UEPAS com padrão de maior biomassa são heterogêneas em estruturas funcionais de comunidades. Os históricos de uso da terra influenciaram no padrão da comunidade mostrando a representatividade dos grupos funcionais. A aplicação de fertilizantes pode ter influenciado sobre os padrões de acúmulo de biomassa das TR. As áreas com aplicação de fosfato natural foram mais propensas a reduzidas biomassas. O calcário e o pó de rocha tiveram maior acúmulo de biomassa e foram pouco relacionadas às gramíneas. Os GP formaram quatro grupos de resposta ao ambiente: G1 em baixadas úmidas, G2 de pontos isolados, G3 alta participação de acúmulo, G4 maior frequência de hábito arbustivo.

Palavras-chave: Grupos funcionais. Comunidade. Acúmulo de biomassa. Fertilização. Pastejo.

RELATIONS AMONG GROUPS OF PLANTS, ENVIRONMENTAL FACTORS AND MANAGEMENT CHANGE IN FOUR FARMS AT ALTO CAMAQUÃ,RS

5.2 Abstract- Grassland communities interact in capture and availability of environmental resources presenting vegetal structures linked to a management history and adaptations. Our goal with this work is to evaluate biomass shape patterns of plants' groups in communities in response to three years of fertilizer application (natural phosphate, grounded basaltic rock and limestone) followed by changes in the control of grazing. Sampling units measuring 0.50 by 2.00 m, called transects (TR) were placed in representative sites in four beef livestock farms (UEPAs) on natural pasture at 'Alto Camaquã'. The considered variable was biomass of plant groups (PG): four grasses functional types described by Quadros et al. (2009), as well as the taxonomic groups: F-API (Apiaceae), F-AST (Asteraceae), F-FAB (Fabaceae); Poaceae winter annual (A-INV) and plants not belonging to the previous (OUTR). Through this approach it was possible to diagnose vegetation trajectories in response to employed factors. We found that UEPAS with greater biomass pattern are heterogeneous in communities' functional structures. In addition, historical land use influenced the community pattern showing the representativeness of functional groups. Fertilizer application led to patterns directed for biomass buildup. However, areas of phosphate application were more prone to reduced biomass. The limestone and grounded rock had patterns of biomass storage and less related to grasses. The PG generate four response groups to environment: G1 in wet lowlands, G2 single points in the community, G3 high share of buildup, G4 frequent shrubby habit.

Keywords: functional groups, community, biomass production, fertilization, grazing.

5.3 Introdução

Avaliar as alterações no desenvolvimento de comunidades campestres é muito importante no diagnóstico de ecossistemas afetados por atividades de manejo. Através da estrutura da comunidade vegetal, com o conhecimento de grupos de plantas que a compõe, é possível estimar seus reflexos em outros processos como: acúmulo de biomassa, expressões morfogénéticas, nível de ciclagem e decomposição da matéria orgânica, dinâmica do nitrogênio, estocagem e alocação de compostos de carbono, nitrogênio e água. Esses podem interferir diretamente sobre os serviços ambientais e produção de forragem. A partir da compreensão dos efeitos de variáveis na estrutura da vegetação, temos seu impacto sobre a capacidade de carga animal e as potencialidades de obtenção de produto animal comercializável sobre o recurso natural (BORBA e TRINDADE, 2009).

As comunidades campestres interagem com o ambiente, ou seja, a capacidade do ambiente em suprir temperatura, radiação, água e nutrientes, como também pelas diferenças entre seus componentes na captura e disponibilização dos recursos do ambiente. As plantas em comunidade como agentes, podem desenvolver mecanismos para limitar ou facilitar a ciclagem de nutrientes, impactando diretamente nos nutrientes do solo e água disponíveis, por exemplo, por meio da variação no acúmulo de massa e aérea e de raiz (BIONDINI et al., 1998). Essas estruturas alteram características produtivas importantes, capazes de melhorias no nível de fluxos de energia do sistema (BALDOCCHI et al., 2004), enquanto as comunidades de plantas interagem através de suas habilidades competitivas e de partilha de recurso. Portanto, uma infinidade de implicações pode ser gerada a partir do conhecimento dos padrões de ocorrência nas comunidades e seu acúmulo de biomassa e que sejam relacionados da planta com o meio.

Sobre essas questões, a pesquisa tem focado no papel de características funcionais de plantas em resposta as condições ambientais e a sensibilidade de comunidades à frequência do pastejo e seus distúrbios (DÍAZ, 1992; LAVOREL, 1999; MCINTYRE et al. 1999; LAVOREL e GARNIER, 2002; BOX, 1996; CRUZ, 2010). Na tentativa de abordar esta situação em trabalho com grupos de plantas, Quadros et al. (2006 e 2009) propuseram o agrupamento de espécies de gramíneas do Bioma Pampa em tipos funcionais, os quais possuem atributos foliares semelhantes relacionados a resposta ao ambiente. Assim esses grupos podem ser usados em vários estudos, sobre diferentes locais, para representar os efeitos dos fatores de manejo e ambiente, através das características de vida em comum dessas

plantas, agrupadas nos tipos funcionais do ecossistema, estimando sua implicação nos processos (BLONDEL, 2003), como no caso da forma de produção de biomassa.

Conjuntamente a esta abordagem, estimativas das relações no padrão da comunidade podem resultar do estudo desses grupos funcionais em presença de outras famílias de plantas. Assim, a evolução desses outros grupos de plantas, em consequência das atividades de manejo nos permitem observar indícios de quais papéis exercem, não apenas na alimentação animal, mas também na capacidade de resiliência da comunidade após diferentes níveis de histórico de distúrbio. Essas descrições podem abrir caminho para outros grupos funcionalmente relevantes e para novos atributos de caracterização.

Futuramente, estudos baseados nos aspectos de agrupamento dessas espécies adicionais, associados a seus padrões de distribuição da biomassa na comunidade, poderão revelar mais indícios do funcionamento desse ecossistema e seus potenciais de aplicação em larga escala (CHAPIN, 1993).

O objetivo desse estudo foi avaliar após três anos de aplicação de adubação e alterações no controle do pastoreio, as respostas nas contribuições da biomassa aérea de grupos de plantas das comunidades em quatro áreas com níveis de histórico de utilização semelhantes, nos municípios de Pinheiro Machado e Piratini. Tentou-se avaliar os padrões de configurações de biomassa por grupos de plantas dessas áreas sobre diferentes condições dos fatores avaliados, a fim de trazer uma discussão dos processos ecossistêmicos ocorridos em cada situação.

5.4 Materiais e métodos

O trabalho foi conduzido nas UEPA's anteriormente descritas no item 3.1 descrições gerais. O presente estudo considerou unidades amostrais medindo 0,50 por 2,00 m, denominadas transecções (TR) que foram dispostas em locais representativos da variabilidade do local e sobre os fatores de estudo na vegetação. As TR foram marcadas de maneira permanente sendo monitoradas para análises de dinâmica vegetacional desde o início experimental no ano de 2008. Foram avaliados 56 TR amostradas em quatro períodos, distribuídas em 14 TR em cada UEPA, arranjadas segundo os critérios descritos a seguir.

O tratamento testemunha (TES) foi arranjado em três UEPA's (I, II, IV), com duas TR em cada uma delas, localizadas em área de pastoreio contínuo extensivo ao longo do ano,

conforme tradicionalmente realizado pelo produtor/manejador. O tratamento pastoreio rotativo foi disposta em seis piquetes contendo duas TR cada nas UEPA I e II, totalizando 12 TR representando o relevo de encosta e baixada. Nestas UEPA's, conjuntos de dois piquetes receberam três tratamentos de adubação: fertilização com fosfato natural (FOS), fertilização com pó de rocha (PRO) e sem fertilização (0AD). O pastoreio rotativo foi conduzido com períodos de descanso e ajustes de carga definidos pelo manejador da UEPA correspondente.

Nas UEPA's III e IV o arranjo experimental foi diferenciado, a UEPA III foi subdividida em 14 piquetes com uma TR em cada um e todos conduzidos por pastoreio rotativo. Os tratamentos de adubação foram distribuídos em quatro piquetes, sendo adubação com fosfato natural (FOS), calcário (CAL). Os seis piquetes restantes foram alocados ao tratamento sem fertilização (0AD). No conjunto de TR com esses fatores, algumas foram agrupadas sob um critério de encosta de morro, localizadas em uma gleba específica do terreno. Por último, na UEPA IV as 12 TR diferentes das TES, foram agrupadas dentro de uma área com maior nível de controle, mas manejadas com pastejo contínuo ou semicontínuo sem subdivisão. O histórico de adubação foi distribuído em conjuntos de quatro TR recebendo fator de fertilização com fosfato natural (FOS), fertilização por calcário (CAL) e mudança sem fertilização (0AD), dentro da área algumas TR foram agrupadas por um critério de umidade do solo bem definido na área.

As unidades experimentais foram avaliadas nos meses de setembro e dezembro de 2010, bem como em fevereiro e abril de 2011. Os períodos estiveram distanciados em aproximadamente 60 dias ao longo da estação de crescimento, de forma a abranger os ciclos da maioria das espécies da vegetação. Tentou-se dessa forma compensar o efeito dos intervalos de descanso do pastejo nos poteiros. Os levantamentos botânicos e da estimativa de massa de cada espécie presente utilizaram o método Botanal (TOTHILL et al., 1992). Os dados foram registrados em uma planilha de cálculos automatizada do EXCEL (MARTINS e QUADROS, 2004) para obtenção dos valores das variáveis de biomassa estimadas em Kg/ha de matéria seca por espécie.

Os valores de biomassa das espécies presentes nas TR foram somados dentro de nove grupos de plantas (GPs). Para gramíneas, foram utilizados os quatro tipos funcionais descritos por Quadros et al. (2009), baseando-se em coletas dos atributos teor de matéria seca (TMS) de lâminas foliares e sua área foliar específica (AFE), realizadas no local e conforme o capítulo II. Os demais grupos de famílias taxonômicas foram definidos por sua maior participação na biomassa da vegetação, sendo capazes de determinar um impacto de sua participação no

ecossistema. Além disso, os nove grupos precisavam ter sua contribuição na biomassa representada em todas as TR avaliadas.

Os GPs foram constituídos por: as Poaceas perenes agrupadas nos tipos funcionais; TF-A, TF-B, TF-C e TF-D; os grupos taxonômicos das famílias: F-API (Apiaceas), F-AST (Asteraceas), F-FAB (Fabaceas); as Poaceas anuais do período de inverno (A-INV) e um grupo constituído por outras espécies não pertencentes aos anteriores (OUTR).

Os dados das unidades amostrais TR foram arranjados em uma matriz, na qual na linha foram registrados os valores médios de biomassa oriundo das amostragens (média dos quatro levantamentos repetidos nas TR em diferentes períodos) e nas colunas as variáveis GP. Dessa matriz foi calculada a medida de semelhança distância euclidiana para as análises de ordenações através do método de coordenadas principais (PCO). Depois de calculados os autovalores e autovetores, os escores dos grupos de TR foram transformados em uma escala de 0 a 1, para corresponderem aos valores de correlações dos GP nos eixos. Na análise de agrupamento utilizou-se o método da soma de quadrados (Ward). As ferramentas de análises foram obtidas com o auxílio do software MULTIV (PILLAR, 2004) e o aplicativo Action como suplemento do EXCEL (R-excel, action) disponível em:

<http://www.portalaction.com.br/>.

5.5 Resultados e discussão

Os grupos de plantas como variáveis com as participações médias das espécies correspondentes estão representadas na tabela 1.

Tabela 1 - Porcentagem de participação das espécies de grupos funcionais encontradas nos levantamentos nas UEPAs.

Grupo	Espécie	%	UEPA I	UEPA II	UEPA III	UEPA IV
TF-A	Ax.aff	45,2	40,8	40,0	36,2	65,7
	Pa.pum	7,7	7,8	20,9	0,5	1,1
	Pa.dil	7,2	17,2	9,6	1,2	0,0
	Di.sab	19,0	13,1	9,5	33,8	19,8
	Co.sel	12,3	14,6	15,3	14,7	3,6
	Se.par	6,0	4,0	3,2	9,9	6,7
TF-B	Pa.not	82,73	88,50	57,22	95,08	91,39
	An.lat	5,42	0,00	20,85	0,15	0,00
	Bo.lag	6,17	7,31	2,92	0,89	5,30
	Is.hya	2,51	2,05	9,11	0,41	3,05
TF-C	Sp.ind	53,59	21,92	56,64	57,52	78,27
	Sc.mic	8,84	3,61	13,57	6,81	11,37
	Pa.pli	3,33	1,10	9,11	3,11	0,02
	Er.lug	8,09	21,56	3,67	5,11	2,02
	Er.bah	6,36	11,60	8,37	2,34	3,13
	Er.air	8,43	23,36	2,50	6,67	1,17
TF-D	Pi.mon	71,33	67,36	62,08	78,00	77,90
	Ar.lae	2,82	0,00	0,92	10,37	0,00
	Sc.spi	5,40	10,95	1,07	6,33	3,26
	Ca.vir	2,65	0,74	4,99	4,74	0,13
	Sa.ang	0,71	0,00	1,61	1,24	0,00
	Pi.rup	5,57	4,69	9,34	3,27	4,98
	Ar.fil	0,34	1,35	0,00	0,00	0,00
	Ar.uru	0,14	0,06	0,00	0,36	0,14

* A nomenclatura das espécies está no Apêndice 9.

Tabela 2 - Porcentagem de participação das espécies de grupos de plantas encontrados nos levantamentos.

F-AST		F-API		A-INV		F-FAB		OUTR	
----- Espécie/%									
Ba.tri	63,77	Er.hor	54,20	St.set	38,71	De.inc	69,12	Cy.bre	7,67
Ba.cor	12,80	Er.nud	4,49	Br.sub	14,37	Tr.pol	26,34	Fa.ret	4,55
Ba.ocr	1,66	Er.ele	1,10	Br.poe	7,54	St.mon	2,59	Ri.bra	10,82
As.mon	1,75	Ap.lep	9,50	Vu.myu	2,45	De.dep	0,96	Di.ser	11,11
El.mol	1,00	Er.cil	1,12	St.lei	10,04	Ae.fal	0,12	Fi.dip	8,34
Se.sel	2,32	Ce.asi	6,83	St.hya	0,84	Tr.rep	0,72	Hy.dec	6,00
Ve.nud	0,93			Po.ann	3,80	Ad.bic	0,10	Ox.bra	8,79
Co.bon	0,36							Re.ric	5,88

* A nomenclatura das espécies está no Apêndice 9.

A descrição dos resultados se inicia com os métodos de ordenação por coordenadas principais (PCOs), apresentando primeiramente o diagrama (fig. 1) com os escores das TR de maneira a diferenciar as UEPAS nos eixos. Após serão apresentados os diagramas com as PCOs I, II, III, IV referentes às UEPAs I II III IV nos diagramas (fig. 2, 3, 4 e 5), a fim de relacionar os fatores ambientais e de manejo específicos de agrupamento em cada uma delas. Por fim, serão apresentados os dendrogramas I e II (fig. 6 e 7) com o agrupamento de unidades amostrais (TR) e grupos de plantas (GP).

5.5.1. Comparação entre as UEPAs em relação aos grupos de espécies

Na Figura 1, o eixo I representou 52% da variação total, com os coeficientes de correlação de sinal negativo com o eixo I (horizontal) formados pelos grupos A-INV, OUTR, F-API, F-FAB e F-AST menos correlacionadas consecutivamente possuindo características equivalentes de acúmulo de biomassa. Já os grupos com coeficiente de sinal positivo nesse eixo são formados por TF-A e TF-B, dispostos no quadrante superior direito, apresentam menor biomassa acumulada. Assim o principal padrão vegetacional da Figura 1 representa um vetor de aumento na frequência e diminuição de acúmulo de biomassa. O eixo II apresenta um

segundo vetor independente responsável por 21% da variação dos dados, onde os coeficientes dos grupos no eixo demonstram uma direção bastante determinada pelo grupo TF-B com aumento da participação simultânea dos grupos TF-A e TF-C e condição de diminuição do TF-D.

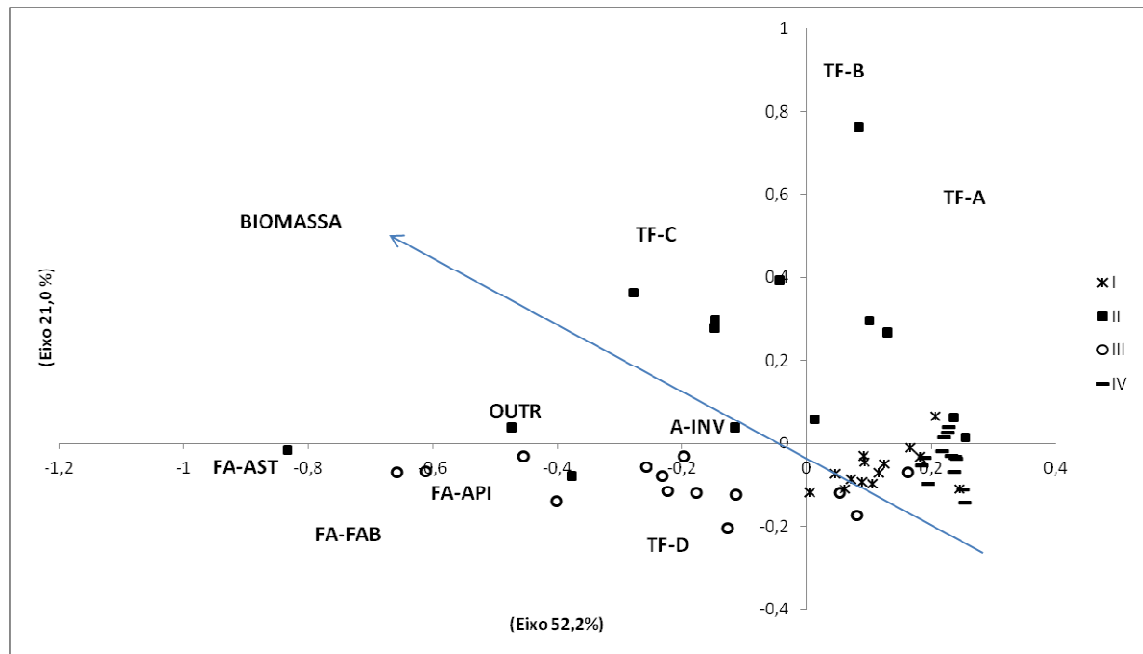


Figura 1- PCO, Diagrama em que os símbolos representam as transectas de cada UEPA. Os símbolos variam como indicado para as UEPAs I, II, III, IV. Legendas dos grupos de plantas: TF-A, TF-B, TF-C e TF-D = tipos funcionais de gramíneas; A-INV = gramíneas anuais de inverno; F-AST = plantas da família Asteraceae; F-API = plantas da família Apiaceae; F-FAB = plantas da família Fabaceae; e OUTR outras plantas descritas na vegetação; BIOMASSA= descritora da biomassa total da TR em kg/ha.

Primeiramente caracterizando as TRs da UEPA IV, os escores se agrupam na parte positiva do eixo I, demonstrando áreas de pouca biomassa muito ligada aos grupos TF-A e TF-B, além de haver pouca dispersão no quadrante, evidenciando homogeneidade de estruturas neste local. A UEPA I, embora manejada em pastoreio rotativo, também apresenta essas características descritas acima, no entanto com um leve deslocamento ao longo do eixo I. Esses padrões indicam áreas bastantes típicas submetidas ao pastejo intenso.

Quando se observa áreas de pouco acúmulo de biomassa, como é o caso de condições caracterizadas na Figura 1 referente às UEPA I e IV, a vegetação é composta por plantas de hábito prostrado em resposta ao constante distúrbio causado pela desfolha através do pastejo. De modo mais específico, essa característica está relacionada nesse estudo à grande participação de grupos TF-B e TF-A, que incluem espécies como *Paspalum notatum* e

Axonopus affinis dos grupos respectivamente. Essas características foram citadas em estudos sobre longo histórico de pastejo contínuo (BOLDRINI e EGGERS, 1997; CASTILHOS, 2002).

Além desse aspecto nestas áreas, uma homogeneização da estrutura é descrita pela pouca dispersão das TR no gráfico, como resultado do efeito de domínio de alguns grupos funcionais nessa forma de distúrbio e que comprovam o uso de elevadas cargas animais. O pastejo na verdade, se em níveis moderados, reduz o tamanho e o número das espécies de maior porte, aumentando a capacidade competitiva de outros táxons, contribuindo assim, para uma maior diversidade a nível local (BUTTOLPH e COPPOCK, 2004).

Sobre uma condição de pouco acúmulo de biomassa como descritas nas UEPA's I e IV, duas hipóteses podem ser geradas em razão dos seus diferentes deslocamentos apresentado na PCO (Figura 1). A primeira é referente à UEPA IV, devido a um maior nível de desfolha em razão do pastejo contínuo. A maior contribuição do grupo TF-A pode ser associada à maior umidade do local e como resposta da preferência pelo consumo dos animais desse grupo impactando a biomassa. Essa tendência pode ser estendida a áreas de alta contribuição desse grupo em todas as UEPA's, resultante da ação seletiva dos animais por sítios de pastejo preferenciais, e associadas a determinadas posições de relevo (CARVALHO e MORAES, 2005).

A segunda hipótese nessa diferenciação considera o fato de que houve implantação de pastoreio rotativo num período de três anos na UEPA I, havendo deslocamento das TR em direção ao maior acúmulo em aproximação com eixo II. Esse efeito pode ser gerado pela melhoria nas condições de desfolhas, causando um nível de elevação na estrutura de grupos como TF-B, tomando como base sua capacidade em aumento na biomassa, como também relatado em estudos de Rossi (2009) em áreas sobre distúrbio de pastejo após diferimento na Depressão Central-RS.

As áreas de pouca biomassa relativas a espécies do grupo TF-B como *Paspalum notatum* (ex. 91% na UEPA IV, Tabela1) nas situações demonstradas na PCO (Figura 1), podem ser descritas devido ao hábito de miniaturização da estrutura como resultado da constante desfolha e limitação nutricional consequente. Esta espécie de hábito prostrado exerce domínio nestas áreas, devido à sua estratégia de proteção de gemas apicais em resposta a desfolha, (BOLDRINI e MARASCHIN, 1998). Outras características registradas para gramíneas desse grupo confirmam respostas como: formas prostradas, meristemas protegidos, folhas pequenas com altos potenciais para rebrote, que aumentam sob um pastejo intenso (DÍAZ et al., 1992; MCINTYRE et al., 1999).

A pouca biomassa devido o excesso de pastejo é característica das plantas do TF- A, sendo associada à adaptação de plantas como a espécie *Axonopus affinis*. Díaz et al. (1992) verificou em condições semelhantes um tipo graminóide pequeno, como plantas que toleram o pastejo, não apresentando mecanismos evidentes de defesa à desfolha, além da redução na estrutura. Essas gramíneas são adaptadas ao pastejo como resultado de um processo coevolutivo, expressados em aspectos como: posição dos meristemas basais, pequena estatura, grande densidade de perfilho, alta taxa de reposição de folhas, presença de órgãos de reservas subterrâneos e o rápido crescimento que permitem evitar ou tolerar devidas condições, no entanto necessitando outros aspectos ambientais relevantes para permanecer (COUGHENOUR, 1985).

As UEPA II e III possuem TRs com escores mais relacionados com acúmulo de biomassa, mas distintos na direção dos eixos. Primeiramente a UEPA II possui TRs com biomassa bem dispersas nos quadrantes, algumas contendo escores mais relacionados com a parte negativa do eixo I, caracterizado por alto acúmulo de biomassa e participação de grupos construtores de estrutura e como principal diferença com TRs relacionadas com a parte positiva do eixo II fortemente relacionado ao acúmulo de biomassa com os grupos funcionais TF-B e TF-C, o que caracteriza gramíneas que elevam sua estrutura.

Nas áreas da UEPA II demonstradas na PCO (Fig.1) em relação às outras UEPAS foram caracterizadas por histórico de menor nível de pastejo devido ao acúmulo de biomassa com grupos de gramíneas com hábitos de elevação na estrutura. De maneira mais específica, como representado pela grande contribuição da espécie *Andropogon lateralis* agrupadas no TF- B (participa com 20 % no TF-B na Tabela 1). Uma trajetória semelhante é descrita por Quadros (1999), que em três anos de exclusão registrou uma elevação da estrutura promovida por estas gramíneas devido à ocupação dos espaços pelo aumento gradativo das touceiras. Garagorry (2008) também relacionou áreas de menor intensidade de pastejo a trajetórias que seguiram em direção ao *A. lateralis*.

A UEPA III por fim, possui os escores na parte negativa do eixo II, características de menores contribuições das gramíneas do TF-A, B, C e bem relacionada com TF-D na parte negativa do eixo II. Ao longo do eixo I, as TR da UEPA III estão bastante dispersas, com representação de diversos grupos taxonômicos, associadas a plantas construtoras de estrutura, mostrando um ambiente diferenciado na ocupação dos locais pelas plantas.

O acúmulo de biomassa registrado na UEPA III, em direção as características que se correlacionaram com eixo 1 da PCO (Figura1), com elevadas participações de grupos F-AST, F-API, F-FAB, OUTR, A-INV e TF-D pode estar relacionada ao fato de também compartilhar

um histórico de elevada intensidade de pastejo, tanto exercido por ovinos como bovinos. Após três anos da mudança de manejo, as avaliações indicaram um acúmulo na biomassa de plantas construtoras da estrutura e hábitos adaptativos relacionados a condições intrínsecas. Essas adaptações são evidentes ao se considerar nessa UEPA os seguintes fatores físicos: relevo mais declivoso, solo bastante drenado e raso com boa fertilidade mineral, considerando os neossolos da região.

Algumas espécies nesses grupos como *Aristida filifolia*, *Eragrostis lugens* e *Eryngium horridum* são descritas por Boldrini (1993) como plantas de maior adaptação a lugares secos e topografia de encosta. A autora também constatou em seus estudos nesses locais um aumento na presença da família Asteraceas pela elevada pressão de pastejo, atribuindo a essa família uma importância fundamental na dinâmica da vegetação campestre, devido a grande quantidade de sementes que produzem e ao modo de disseminação que apresentam, sendo plantas oportunistas na ocupação inicial ao longo da reestruturação do ecossistema.

Fatores climáticos, como estiagens ocorridas na região entre os períodos de avaliação, também podem influir nos resultados obtidos. Essas estiagens podem ter agravado a situação de áreas que vinham sendo manejadas sob um elevado pastejo e então, favorecido a grande divergência entre o acúmulo de biomassa entre as UEPA's. O impacto de atividades que reduzem estruturas na vegetação como resposta à seca é conhecido. Tilman e Downing (1994) encontraram uma menor estabilidade na produtividade primária em resposta à seca, demonstrando uma relação curvilínea entre diversidade e produtividade. Esses estudos foram de longo prazo em pastagens de ecossistemas com pouca diversidade de estruturas devido a grande adição de nitrogênio, onde cada espécie perdida do ecossistema exercia um progressivo aumento no impacto da seca.

5.5.2. Respostas à fertilidade e histórico de adubação nas UEPA's

As respostas das TR em relação aos GP na UEPA IV são analisadas na Figura 2. O eixo I corresponde a 45% da variação, estando o TF-B e o acúmulo de biomassa negativamente relacionada. Um comportamento semelhante foi observado no TF-C, embora com correlação menor. Em direção oposta do eixo, diminuindo a biomassa acumulada, há um aumento na participação do grupo TF-A. O segundo eixo corresponde 26% da variação mostrando um vetor fortemente associado a espécies da F-API, com o TF-D contribuindo

simultaneamente na parte negativa do eixo e em direção oposta diminuindo a participação com aumento do grupo TF-A. Essas características correspondem a 71% da variação total mostrando dois padrões distintos na variação do acúmulo de biomassa a partir do TF-A.

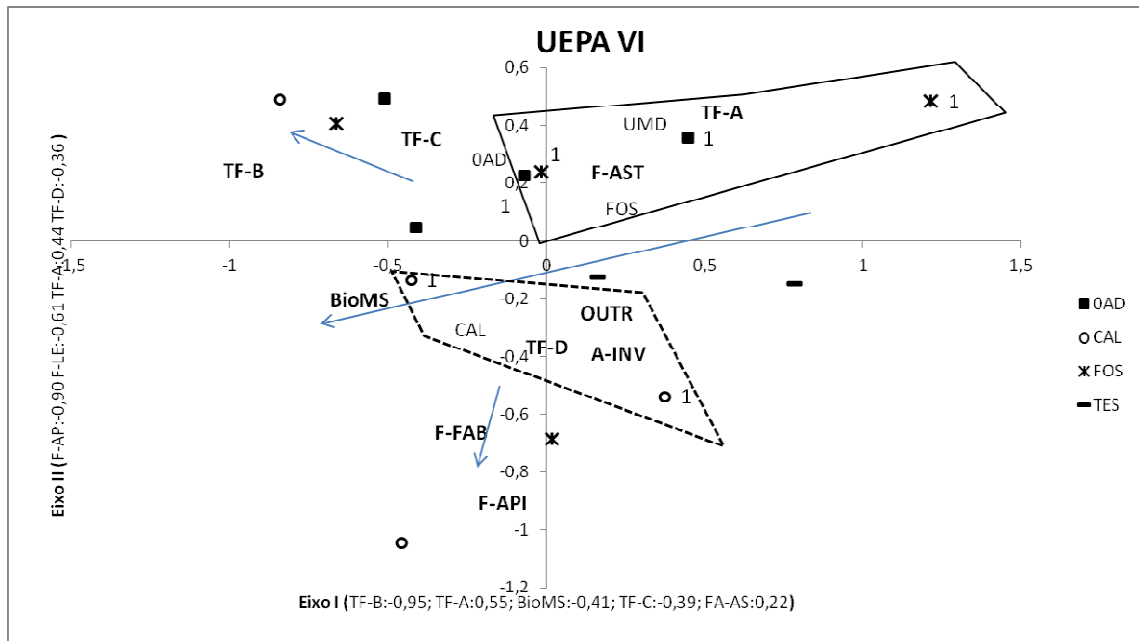


Figura 2- Diagrama PCO representando a dispersão das transectas da UEPA IV pela participação da biomassa dos grupos identificando fatores de tratamentos. Legenda: TF-A, TF-B, TF-C e TF-D são grupos de plantas de tipos funcionais de gramíneas; A-INV = gramíneas anuais de inverno; F-AST = plantas da família Asteraceae; F-API = plantas da família Apiaceae; F-FAB e F-LE plantas da família Fabaceae; e OUTR outras plantas descritas na vegetação; BIOMASSA = descritora da biomassa total da TR em kg/ha. O número 1 indica TR sobre Áreas Úmidas (UMD) e também indicadas nos quadros: linha integral= efeito de área úmida com pastejo e fosfato e linha tracejada=efeito de área úmida com calcário. As flechas adjacentes= efeito de fertilização em áreas drenadas.

No diagrama da Figura 2 estão representados os valores dos escores das TR sobre os principais fatores associados na UEPA IV. Primeiramente, podemos observar que a área testemunha (TES) é caracterizada pela grande participação do grupo B com reduzida biomassa, localizada próxima ao eixo I na parte positiva. A partir desse ponto no gráfico, há um vetor de umidade (UMD) relacionado à parte positiva do eixo II. Assim, sobre esta condição estão os escores dos grupos de áreas úmidas com aplicação de fosfato (FOS no quadro superior) e pastoreio rotativo sem adubação (OAD no quadro superior), mais associado a grande participação do grupo TF-A consecutivamente e compostas tipicamente pela espécie *Axonopus affinis* com reduzida biomassa (Tabela 1).

Ao longo do gradiente de umidade em direção ao acúmulo de biomassa e TF-B, há um grupo em áreas drenadas sem fertilização (0AD) com grande participação do TF-C. No entanto, o grupo de áreas drenadas com aplicação de fosfato apresentou característica bem relacionada com acúmulo de biomassa próxima do eixo determinado pelo TF-B na parte negativa do eixo I (seta superior no gráfico). Em relação às áreas que se encontram em condição de maior biomassa, além de associadas às partes drenadas, há um acúmulo de biomassa devido à aplicação de calcário (CAL), deslocando-se os escores para direção de estruturas variando em participação dos grupos TF-B e construtora como F-API (flechas).

A UEPA IV demonstra na PCO I (Fig. 2) características de grupos TF-B e TF-A bem determinantes na variação dos eixos, com poucas espécies dentro dos grupos (Tabela 1), sendo peculiares ao local. Essa UEPA possui um fator relevante de histórico de cultivo e considerando os solos da região com estrutura física delicada, o seu revolvimento deve ter desestruturado sua camada superficial. Nesse solo, diferentemente de poucos metros do local, pode ser observada uma textura grosseira com pouca aderência e de tonalidade clara sem indícios de acúmulo de material orgânico. Nesses tipos de situação, por exemplo, há menor acúmulo do N devido à menor estabilização do nutriente através de atividades adsorção e de agregação, em comparação com solos de textura mais fina de maior superfície específica ou com grande percentual de matéria orgânica e estruturas coloidais (BARRETT e BURKE, 2002). No diagnóstico da UEPA IV, em função da elevação no nível de desfolha, observou-se uma diminuição da capacidade de carga animal pela degradação dos nutrientes no solo.

As relações dos GP com os fatores da UEPA I estão representadas na PCO (Fig. 3). O eixo 1 (43,3 %) na parte negativa, representa acúmulo de biomassa simultâneo dos grupos F-API e F-AST e em direção oposta estão características de baixa biomassa com a participação do TF-B. O eixo II (20,6%) é fortemente determinado pela contribuição do grupo TF-A e diminuição simultânea da contribuição do grupo TF-D, na parte positiva do eixo. De maneira geral, o eixo I representa um vetor de elevação na estrutura proporcionado pelas F-API e F-AST e em direção oposta um elevado pastejo com pouca biomassa. Seguindo as duas direções do eixo II, uma representa a contribuição do TF-A, com uma leve associação de crescimento simultâneo com TF-C e outro vetor de pouca biomassa do grupo TF-B, seguindo na parte negativa uma diversificação de estrutura representada pelas A-INV e TF-D e OUTR.

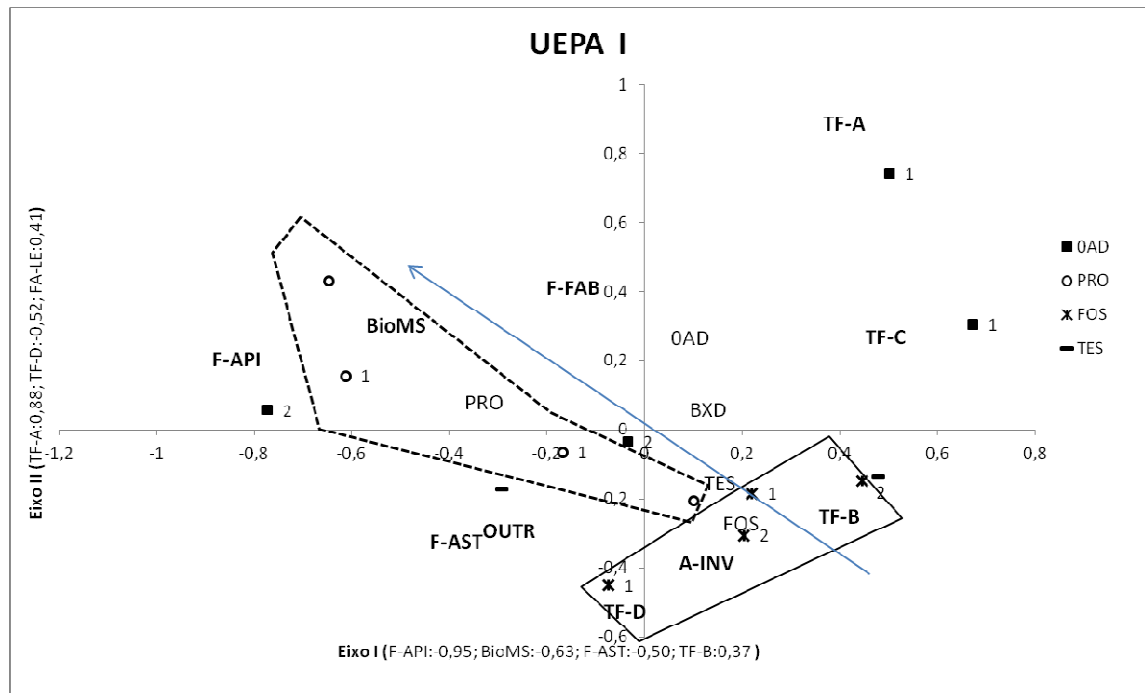


Figura 3- Diagrama PCO representando a dispersão das transectas da UEPA I pela participação da biomassa dos grupos identificando fatores de tratamento. Legenda: TF-A, TF-B, TF-C e TF-D = grupos de plantas de tipos funcionais de gramíneas; A-INV = gramíneas anuais de inverno; F-AST = plantas da família Asteraceae; F-API = plantas da família Apiaceae; F-FAB e F-LE plantas da família Fabaceae; e OUTR outras plantas descritas na vegetação; BIOMS = descritora da biomassa total da TR em KG/ha. Numero 1 e 2 no marcador são TR sobre poteiros de baixada e encosta respectivamente.

Na PCO (Figura 3), a área testemunha (TES) mostra uma forte associação ao grupo TF-B com baixa biomassa. Já nas áreas com pastoreio rotativo, onde não houve histórico de adubação (0AD) os poteiros mostraram condições bem distintas, o potreiro 1 está relacionado a pouca biomassa e aos grupos TF-A, TF-C e um vetor de baixada correlacionados, enquanto que o potreiro 2 se relaciona ao vetor de acúmulo de biomassa e ao grupo construtor de estrutura F-API.

Quando o fator pastoreio rotativo com fertilização está representado, há uma divergência na resposta às fontes de fósforo. O fosfato (FOS) possui os escores dos poteiros deslocados sobre vetores de área bem pastejada composta do grupo TF-B e com o potreiro 1 com maiores níveis de diversificação associado as A-INV. Já o pó de rocha (PRO) se mostrou em padrões de maiores acúmulos de biomassa relacionada ao grupo F-API.

A PCO III (Fig. 4) representa os fatores de agrupamento das TR na UEPA III. Os GP no eixo I representam 73% da variação, caracterizando na parte negativa uma condição bastante determinada pela F-AST, em direção ao acúmulo de biomassa simultânea com F-FAB. Em uma direção oposta há um aumento na contribuição dos grupos TF-A e A-INV com

menor biomassa. No eixo II com 19 % da variação, a condição foi fortemente determinada pelo grupo F-API na parte positiva sobre acúmulo de massa simultânea com os grupos TF-C e TF-B e essas características no total representando 92% apontando dois padrões no acúmulo de biomassa.

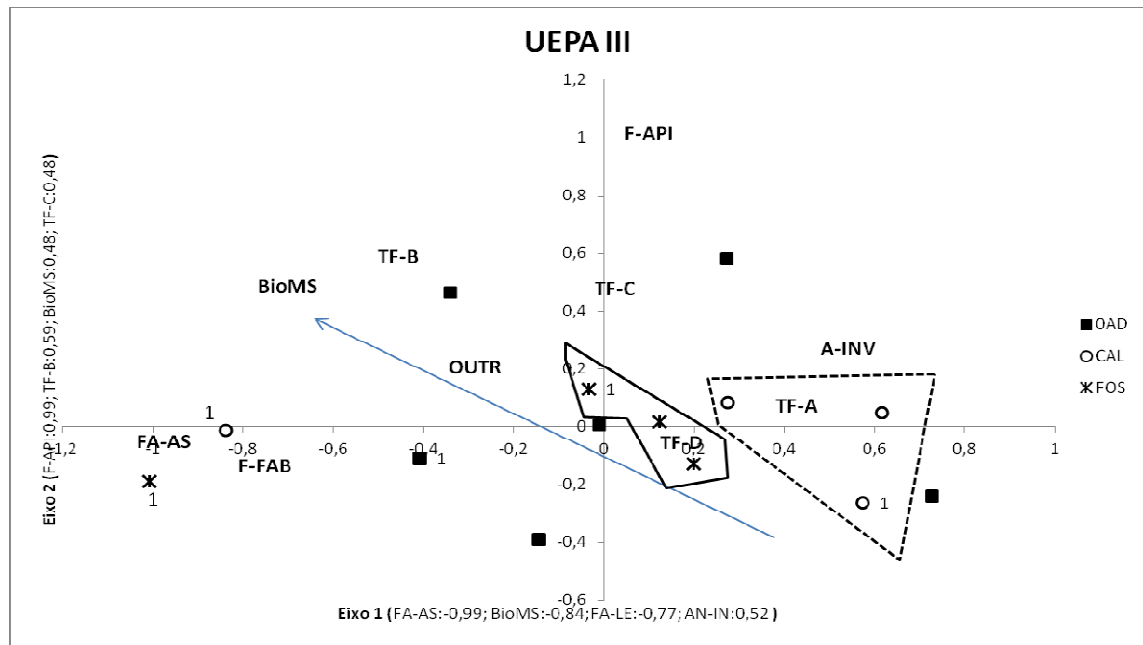


Figura 4- Diagrama PCO representando a dispersão das transectas (TR) da UEPA III pela participação da biomassa dos grupos identificando fatores de tratamento. Legenda: TF-A, TF-B, TF-C e TF-D = grupos de plantas de tipos funcionais de gramíneas; A-INV = gramíneas anuais de inverno; F-AST = plantas da família Asteraceae; F-API = plantas da família Apiaceae; F-FAB e F-LE= plantas da família Fabaceae; e OUTR = outras plantas descritas na vegetação; BIOMS = descritora da biomassa total da TR em KG/ha. Número 1 no marcador são TR sobre encosta com maior declive.

No diagrama da Figura 4 estão representados os escores das TR na PCO III, indicando as TR fertilizadas. Primeiramente as unidades sob pastoreio rotativo sem fertilização (0AD), estão dispersas pelas condições geradas por outras variáveis. Algumas mais relacionadas com acúmulo de biomassa, divergindo na direção dos eixos. Um grupo (superior no gráfico) está relacionado com o padrão de acúmulo dos TF-B e C, respectivamente e em associações com a F-API. Outro grupo (inferior esquerdo no gráfico) associa-se com grupos taxonômicos de diferentes estruturas e à F-AST. Há também TRs relacionadas à baixa biomassa e ao TF-A (inferior direito).

Observando os escores dos grupos de TR em áreas com histórico de fertilização, o diagrama mostrou o agrupamento de algumas TR sobre calcário (CAL) relacionado à baixa

biomassa com grande participação do TF-A e algumas TR sobre fosfato natural (FOS) agrupada sobre características mais intermediárias com baixo acúmulo de biomassa. Por fim, para algumas TR, o fator posição de relevo teve grande influência no resultado em seus escores na PCO III, é o caso da encosta caracterizada por apresentar maior nível de declive e assim as TRs se associaram ao logo do eixo I.

Na UEPA II representada na PCO (Fig. 5), os coeficientes de correlação das variáveis GP com o eixo I, com 44% da variação total, demonstram condições bem determinadas pelos grupos F-AST, F-FAB associados ao acúmulo de biomassa. Contribuem simultaneamente com TF-D, TF-C e F-API e em situação oposta à diminuição da biomassa, com o aumento do TF-A. O eixo II com 26% da variação foi bastante determinado pela contribuição do TF-B e A-INV ambos aumentando simultaneamente com o acúmulo de biomassa. Essas variáveis apontam dois padrões de acúmulo, um definido pelo TF-B associado a A-INV e outro por meio de plantas construtoras de estrutura. Com base nos GP de maneira geral, há um padrão do acúmulo de biomassa iniciando a partir do TF-A com uma fase intermediária na direção de acúmulo ainda com maior intensidade de pastejo associada a TF-B e TES e outra fase com alto acúmulo de grupos taxonômicos construtores de estrutura.

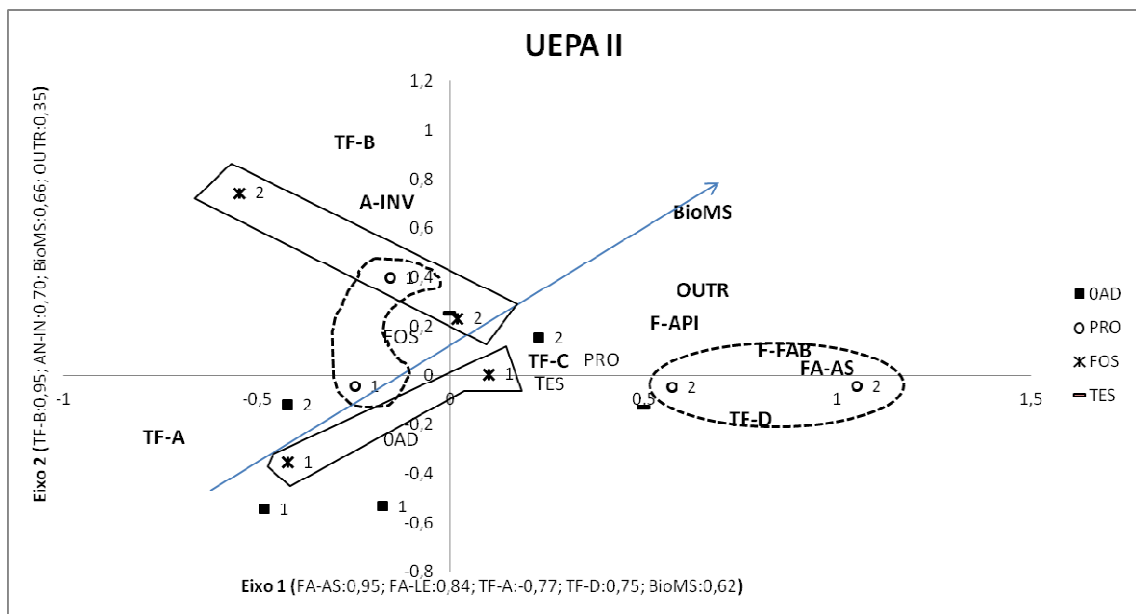


Figura 5- Diagrama PCO representando a dispersão das transectas (TR) da UEPA II pela participação da biomassa dos grupos identificando fatores de tratamento. Legenda: TF-A, TF-B, TF-C e TF-D = grupos de plantas de tipos funcionais de gramíneas; A-INV = gramíneas anuais de inverno; F-AST = plantas da família Asteraceae; F-API = plantas da família Apiaceae; F-FAB plantas da família Fabaceae; e OADR outras plantas descritas na vegetação; BioMS- descritora da biomassa total da TR em KG/há. Número 1 e 2 no marcador são TR sobre um mesmo potreiro de rotação.

A PCO II (Fig. 5) contém os escores dos grupos de TR, onde podemos observar uma grande dispersão na estrutura da comunidade. Primeiramente o grupo testemunho (TES) apresenta duas situações, uma relacionada com biomassa intermediária e acúmulo ligado ao grupo TF-B e outra com biomassa um pouco mais elevada associada às condições do eixo I com forte participação de TF-D.

Por conseguinte, nas áreas onde foi implantado o manejo rotativo com a aplicação de fertilizantes, houve amplas divergências nos escores com relação aos poteiros no acúmulo de biomassa. Analisando os poteiros que possuem histórico de adubação com fosfato, o poteiro (1) teve um padrão de vegetação variando de uma relação entre o grupo TF-A com o grupo TF-C e de uma condição de baixa para intermediária biomassa, respectivamente e relativo ao poteiro (2) variando nas características associadas ao grupo TF-B de pequeno a intermediário acúmulo de biomassa.

Os escores na PCO IV referentes aos poteiros que receberam o fertilizante pó de rocha também demonstram duas características diferentes. O poteiro (2) apresenta elevada biomassa relacionada às condições de altos escores no eixo I por associações de grupos e áreas de baixada próxima ao grupo TF-C, relativo ao poteiro (1), as áreas estão ligadas a vetores de baixa biomassa por grupos TF-A e TF-B variando em condição de relevo. Por fim, as áreas de pastoreio rotativo sem adubação apresentaram maiores contribuições do grupo TF-A variando em direção ao TF-C na baixada, talvez por efeito de um gradiente de pastejo. As áreas drenadas de rotação foram associadas à baixa biomassa do TF-A ou à maior contribuição de TF-B.

Os fatores relacionados ao histórico de adubação são discutidos observando as Figuras 2, 3, 4, 5. O fator fertilização (FOS, CAL e PRO) teve um comportamento mais direcionado na dispersão das transectas se comparado às áreas de mudança no manejo com apenas diferenciação do pastejo (0AD). Essas áreas possuem ampla variação de condições no acúmulo de biomassa gerada pelo pastejo rotacionado mais fator local. Assim também nas áreas TES contendo reduzida biomassa ou acúmulo do TF-D quando há histórico de baixa intensidade de pastejo.

Nas UEPA's, os grupos de TR sobre adubação em alguns casos tiveram condições de aproximação em seus escores nas diferentes PCOs, a exceção foi UEPA II que houve uma grande dispersão partindo da característica observada de 0AD. Um grande nível de fator local foi determinante na variação das TR como um modelo transicional, pelas semelhanças nas relações de trajetória de acúmulo de biomassa nas diferentes UEPA. Para a adubação a principal característica dentro desse processo é a pouca dispersão relativa ou direcionamento

das transectas provocadas pelo tipo de adubo nos locais, como se pelo adubo houvesse um fator sistemático de aproximação entre si e ou direcionando a um processo semelhante de acúmulo, essa hipótese é bem demonstrada, por exemplo, na PCO III.

Divergências podem estar relacionadas ao fato de que a aplicação de nutrientes pode produzir respostas em diferentes famílias de plantas presentes no local, até levando a resultados como ocorridos, por exemplo, em pastagens mais densas com dominância de poucas gramíneas (CALVIÈRE e DURU, 1999). Há tendência de homogeneidade nas respostas promovidas por grupos de plantas com alta resposta ao aumento da disponibilidade de nutrientes, e sendo resultado a partir de uma alteração no balanço de fatores locais como ocorrendo lenta modificação na vegetação em locais com alta fertilidade do solo (CALVIÈRE e DURU, 1999).

Os padrões observados nas PCOs (Figura 2, 3, 4 e 5), em áreas que houve fertilização com FOS, não apresentaram alta biomassa acumulada e apresentaram maior participação do grupo TF- B. Características semelhantes são descritas por Bandinelli et al. (2005), que em pastagem natural adubada com diferentes fontes de fósforo, não registraram mudança na vegetação no período de um ano. No entanto, indicaram uma tendência de aumento na contribuição da espécie *Paspalum notatum* que são classificadas como TF-B na comunidade.

Em estudo anterior nestas mesmas TR, Boavista (2012), após dois anos de aplicação dos tratamentos, registrou nas áreas com FOS, trajetórias muito semelhantes e mais curtas. A autora caracterizou a pouca diferenciação e aumento da espécie *Paspalum nicore*, também descrita com hábito prostrado do TF-B. Ela atribuiu esse fato ao histórico de manejo anterior das áreas, com elevadas cargas. Essa mesma relação também foi observada, o que talvez indique uma preferência de pastejo pelo animal destas áreas.

No estudo citado anteriormente também foi relatado no tratamento com calcário (CAL) uma maior contribuição da espécie *Aristida laevis* com alto acúmulo de biomassa. Na atual abordagem das PCOs (Figura 2 e 4), no tratamento com calcário, essa espécie representante do TF-D, representou a única espécie semelhante nas áreas das duas UEPAS em que foi aplicado. Além disso, houve um comportamento diferenciado em relação a esses locais, onde a área da UEPA III com calagem foi relacionada com a participação do grupo A de menor acúmulo de biomassa, consequência do pastejo, enquanto que, na UEPA IV apresentou um maior acúmulo pela presença dos TF-B e F-API.

Também contribui para a discussão destes resultados o fato observado na avaliação de Boavista (2012) para o tratamento pó de rocha (PRO), onde a partir da condição inicial desse experimento, essas áreas reduziram contribuição de algumas espécies como *Sporobolus*

indicus, *Paspalum dilatatum*, *Andropogon lateralis* e *Eragrostis lugens*, todas caracterizadas por terem hábito cespitoso. Na condição das PCOs nesse estudo sequente, foram observadas maiores relações dos escores aos F-AST, F-API e F-FAB. Se, a partir da condição inicial houve diminuição de grupos de gramíneas de hábito cespitoso, isso pode ter ocorrido em relação ao aumento do acúmulo desses outros grupos.

A ocorrência de pastejo intenso torna difícil a compreensão do efeito dos fertilizantes em termos de estrutura, pois os grupos de TR se homogeneízam através do distúrbio do pastejo. A disponibilidade de nutrientes está muito relacionada ao acúmulo de matéria orgânica e há diferentes estratégias de organismos em alocar esses recursos sobre cada condição. Efeitos no acúmulo demonstrado em algumas áreas nesse estudo podem ser atribuídos ao padrão da vegetação devido ao uso da média dos períodos. Os processos de acúmulo específicos às taxas de crescimento podem ser determinados pela lotação imposta pelo manejador e pelas características do pastejo seletivo efetuado pelo animal.

Para o animal, há áreas preferíveis de desfolha que reduzem o acúmulo de biomassa das espécies preferidas, uma vez que os animais não exercem de maneira igual os mesmos níveis de pressão de desfolha, as áreas de maior biomassa acumulada são menos preferíveis. Então podem ocorrer áreas de maior efeito dos nutrientes pelo acúmulo de massa e outras não, ou o nutriente acaba provocando maior preferência pelo pastejo e assim diminuindo a relação de acúmulo. Desta forma esse mineral pode tomar destinos diferentes nesses processos não expressos na biomassa e pode haver acúmulo na superfície. Um exemplo da importância do acúmulo da biomassa para respostas de fertilizantes é relatado para nutrientes como fósforo, em que a matéria orgânica possui a função de prevenir a imobilização do nutriente pelos colóides inorgânicos do solo, através da alocação em tecidos da planta e processos de ciclagem e desta maneira para a planta, há uma forma de depósito de fósforo disponível que é muito dinâmico no processo de utilização e retenção e depende da estrutura (CONTE et al. 2002).

Então, as respostas à fertilização nos padrões de biomassa nas UEPA's, de maneira geral, apresentam tendência de elevar a participação de grupos de maior dominância como F-API e F-AST ou em TF-B e TF-A, demonstrando que o fertilizante vai entrar no sistema solo-planta, sendo retido nos organismos presentes e poderá ser expresso na mudança vegetacional, caso o nível de outros distúrbios ocorridos permitam. Os resultados nas características descritas pelas PCOs (Figura 2, 3, 4 e 5) são atingidos por um balanço da comunidade vegetacional através de vários fatores. Esses provocam deslocamentos ao longo dos eixos, havendo grupos de plantas mais responsivos a fertilização, que tendem a elevar sua

contribuição. No entanto, quando esses grupos são limitados por algum outro fator pode não haver alterações da dinâmica. Um exemplo seriam áreas com maior diversidade de grupos, em solos de baixa fertilidade natural, em que pode não haver mudança em decorrência da adaptação das espécies àquela comunidade (OLIVEIRA, 2012).

Considerando os efeitos mais específico deste estudo sobre a fertilização, o grupo TF-A apresentou respostas na UEPA III pela alta contribuição das espécies como *Mnesithea selloana*, *Dicantelium sabulorum* ou *Setaria parviflora* que não são relacionadas à umidade de solo. O grupo TF-B foi bastante representado nas demais UEPAS com variação no acúmulo de biomassa e representando um fator de aproximação das TR. As áreas do tratamento FOS mantiveram-se sob alto nível de pastejo, antes dos levantamentos e apresentaram tendência de diminuição do acúmulo da biomassa em decorrência de uma possível preferência de pastejo do animal por essas áreas. Nos locais já dominados por grupos de plantas construtoras de estrutura, a fertilização pode ter aumentado sua contribuição.

5.5.3 Associação de grupos de resposta ao ambiente

As TR foram submetidas à análise de agrupamento e são apresentados no dendrogramas das Figuras 6 e 7, respectivamente. Na Figura 6, com as UEPAs analisadas em conjunto, foi possível sintetizar as informações já apresentadas anteriormente. As UEPAS I e IV apresentaram uma baixa separação entre os grupos de TRs enquanto que nas UEPA II e III ocorreu uma maior diferenciação. Na UEPA II, os grupos de TR submetidas aos fatores PRO e TES (PROC e TESC) tiveram uma aproximação com valores da UEPA III, enquanto que os grupos de TR de baixada e sob pastoreio rotativo sem fertilização se agrupam (BXDC e 0ADC) um pouco separado do FOS (FOSC) no grupo, fato que é observado na UEPA I, embora essa se aproxime da testemunha.

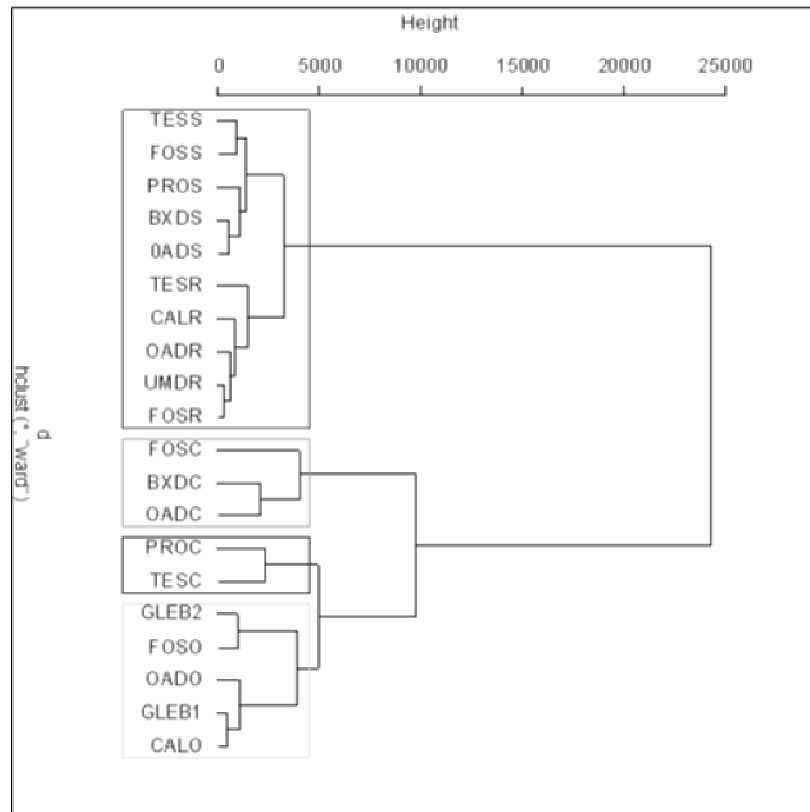


Figura 6 - Dendrograma do agrupamento de fatores em relação aos valores de biomassa das variáveis grupos de plantas. LEGENDA: Sufixos S, C, O e R correspondem as UEPA I, II, III, e IV consecutivamente. Os fatores são: TES- testemunho, BXD- áreas de baixada, UMD- áreas úmidas, GLEB1- encosta 1, GLEB2- encosta 2 FOS- fertilização com fosfato, PRO- pó de rocha, CAL- calcário

Na análise de agrupamento da Figura 6, é reforçada a síntese da separação entre as UEPAS discutidas anteriormente nas análises de ordenação e relacionado aos mesmos aspectos, demonstrando que em ambientes submetidos à maior intensidade de pastejo, esse acaba uniformizado pelo grande nível de desfolha. À medida que há um acúmulo de biomassa, o ambiente pode se tornar heterogêneo devido ao histórico de distúrbio e a fatores ambientais do sítio específico. As comunidades que permaneceram submetidas a um balanço de filtros ambiental e exclusão por competição (PILLAR, 1992) podem apresentar plantas capazes de produzir diferentes trajetórias de acúmulo de biomassa, a partir de um ponto inicial comum no plano de ordenação.

Na Figura 7, quatro grupos podem ser formados usando as TR como descritoras dos GP em relação seu padrão de participação nesses locais. Inicialmente o grupo G1 contém plantas dos TF- A e TF-C, ambos relacionados aqui com áreas de umidade e baixada, separados talvez por um gradiente de intensidade de pastejo. Próximos a estes, os grupos TF-D, A-INV, F-FAB e OUTR são relacionados no G2, representando plantas com padrão

frequente de baixa participação ou não estabeleceram domínio no acúmulo de biomassa nas transectas, participando fortemente em poucos ambientes relacionados a condições de habitat propícios como fertilidade e alteração hídrica. Um terceiro grupo é formado em G3 ligado ao acúmulo de biomassa, F-API e TF-B, talvez responsáveis pela cobertura de áreas drenadas, sendo amplamente representados na biomassa e de acordo com nível de pastejo convergem para o acúmulo de biomassa. O último grupo é representado pelas F-AST que são caracterizadas por plantas oportunistas e possui grande representação de plantas arbustivas.

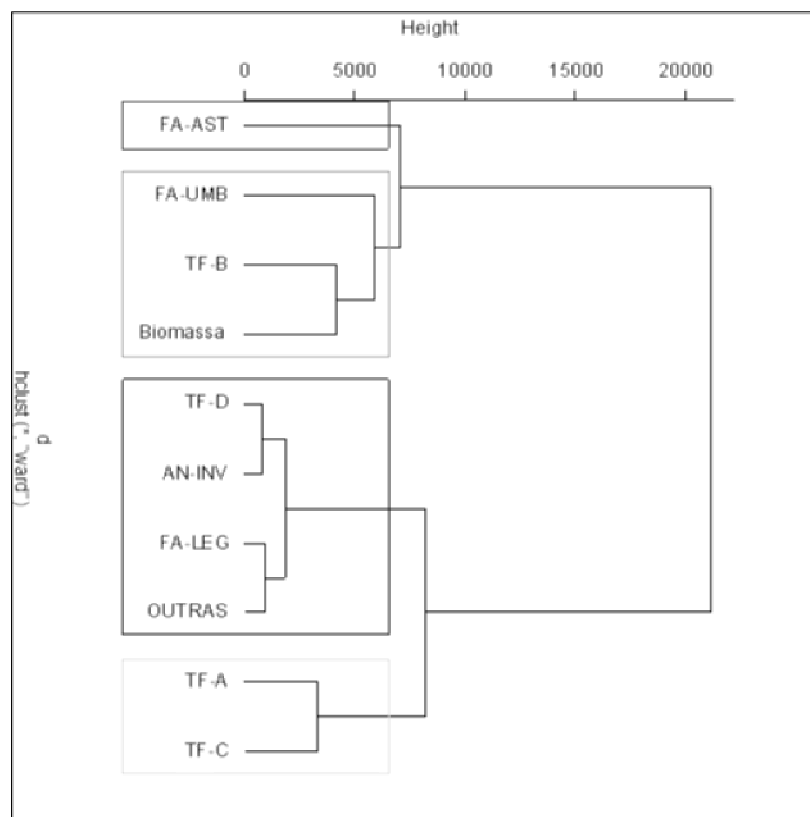


Figura 7 - Dendrograma mostrando grupos de plantas que são correlacionadas nos padrões de configuração das transectas. LEGENDA: FA-AST= família asteraceae, FA-UMB= Apiaceae, FA-LEG= família Fabaceae, OUTR= Outras espécies de plantas, TF-A, B, C, D= tipo funcional de gramíneas, AN-INV= gramíneas anuais de inverno, Biomassa- valores totais de biomassa na transecta.

Na análise de agrupamento da Figura 7, há grupos que se relacionam pelos fatores ambientais e marcam os padrões de suas participações na biomassa. No caso do primeiro grupo (G1), composto pelos TF-C e TF-A, está relacionado com ambiente úmido com solos de baixada, e que a participação de um ou outro se deve à variação do distúrbio de pastejo ocorrente. Uma situação semelhante ocorreu em resultados de Rossi (2008), que em áreas de

exclusão em baixada na Depressão Central do RS registrou uma maior participação do TF-C e baixa participação do TF-D.

Duas características são observadas nesse processo TF-A /TF-C, constatado nos resultados tanto do estudo revisto acima como em algumas UEPAS do Alto Camaquã. A primeira característica se refere a um momento inicial de uma mudança em resposta ao distúrbio anterior onde o padrão de ocorrência do TF-A converge para maior biomassa do TF-C representada pela espécie *Sporobulus indicus* constatada nas UEPAs, e a segunda característica ocorre após um maior período e estabilização com menor desfolha representando grande participação da espécie *Andropogon lateralis* indicada na UEPA II e como TF-C no estudo de Rossi (2008). Esta espécie é amplamente reconhecida nestas áreas (ARAÚJO, 1971).

O segundo grupo (G2) é composto por plantas diversificadas no ambiente. Estão presentes em todas as TR, mas não estabelecem padrões de domínio devido estar frequentemente isoladas com baixa contribuição na biomassa na maioria das TR, porém participam fortemente em poucas áreas propensas a esses grupos em relação aos locais. Os grupos A- INV e TF-D separam se talvez dos grupos FA-LEG e OUTRAS por um gradiente de fertilidade do solo e déficit hídrico e possuem razões de nichos distintas.

O terceiro grupo (G3) é composto de espécies com padrões de grande frequência na participação com alto acúmulo na biomassa, ocorrentes em áreas de solo de encosta ou drenados, embora bastante adaptativos e sua correlação na configuração das TR sugerem que esses grupos se convergem nos mesmos locais e a participação no acúmulo de biomassa de FA-API aumenta com o menor intensidade de pastejo. Por fim, o quarto grupo é formado pela presença de Asteraceas e se considerar a grande participação de gênero *Bacharis* originando uma vegetação subarbusciva que não se associa a outros grupos por um acúmulo superior na biomassa.

Uma interessante relação pode ser descrita entre os grupos F-AST e F-FAB nas UEPAS relacionadas com maior acúmulo de biomassa e não sendo evidente em áreas de elevado pastejo. Esta relação deve ao fato de espécies de Fabaceae como do gênero *Desmodium* serem mais adaptadas a sombreamento e nesta condição possuem menor chance de serem consumidas por animais.

Na hipótese de trajetórias de mudança geradas pelos padrões da biomassa descritos, semelhança se encontram no que reportam Pillar et al. (1992), em que condições de diminuição da intensidade de pastejo, comunidades vegetacionais do tipo *Desmodium* - *Axonopus* tenderiam a evoluir para *Baccharis* - *Andropogon*, consecutivamente, enquanto que

as do tipo Facelis - *Paspalum* evoluíram para comunidades com predominância de *Eryngium* *sp.*

As características se relacionam a partir do ponto de vista sobre questões ambientais de como se pode organizar e classificar espécies que compõem comunidades, assim descritos em grupos de subunidades operacionais e lógicas aos recursos disponíveis e formas de exploração (CODY, 1974) e de maneira que esta proposta é explicados por mecanismos, ecológicos e evolucionários que permitem a coexistência de espécies ao longo de um gradiente de recurso (MCNAUGHTON, 1993). Nas ordenações, diversos padrões de estrutura e correlações dos GP em diferentes UEPAS podem estar dispersos sobre gradientes ambientais que quando relacionados transmitem uma nítida percepção desses processos. Contudo são necessários outros critérios de discriminação, na escala local para focar esses padrões de trajetórias, usando outras variáveis ambientais a serem quantificadas.

5.6 Considerações finais

Através da abordagem utilizada foi possível diagnosticar as trajetórias da vegetação em resposta aos fatores empregados. Assim demonstrou-se que:

- As UEPAS que possuem menor biomassa devido ao maior nível de pastejo se diferenciaram pouco na estrutura de participação de grupos de plantas em relação às áreas manejadas com menor intensidade de pastejo.
 - O pastoreio rotativo permitiu maior acúmulo de biomassa e os históricos de uso da terra influenciaram no padrão da comunidade mostrando as divergências quanto à representatividade dos grupos funcionais.
 - Áreas bastante heterogêneas em estrutura de comunidade estiveram associadas ao nível de alteração do ambiente e histórico de níveis de desfolha, condicionadas pela capacidade de resiliência da vegetação e evolução do ambiente.
- A aplicação de fertilizantes pode ter dirigido padrões de acúmulo de biomassa das transectas por grupos de plantas responsivos encontrados nos locais.
 - As áreas com aplicação de fosfato natural foram mais propensas a reduzidas biomassas resultantes de um elevado pastejo com alta contribuição de gramíneas dos grupos TF-B e A.

- O calcário e o pó de rocha tiveram maior acúmulo de biomassa associado a grupos de plantas de diferentes famílias e pouco relacionada a gramíneas.
- Os grupos de plantas se relacionam na comunidade formando quatro grupos de resposta ao ambiente: G1 em baixadas úmidas, G2 de pontos isolados, G3 alta participação de acúmulo, G4 frequente de hábito arbustivo. Nessa escala de comunidade se convergem ou partilham partes específicas do ecossistema e com semelhantes padrões de configuração de grupos de plantas na participação em biomassa nos locais.

5.7 Referências bibliográficas

ARAÚJO, A. A. **Principais gramíneas do Rio Grande do Sul**. 3 ed. Porto Alegre : Sulina, 1971. 255p.

BALDOCCHI, D. D.; XU, L.; KIANG, N. Y.: How plant functional-type, weather, seasonal drought, and soil physical properties alter water and energy fluxes of an oak-grass savanna and an annual grassland. **Agr. Forest Meteorol.**, **123**, 13-39, doi:10.1016/j.agrformet.2003.11.006, 2004.

BARRETT, J. E. & BURKE, I. C. Nitrogen retention in semiarid ecosystems across a soil organic matter gradient. **Ecological Applications**, **12**, 878–890, 2002.

BLONDEL, J., Guilds or functional groups: does it matter?. **Oikos**, 100: 223–231. doi: 10.1034/j.1600-0706.2003.12152.x, 2003.

BIONDINI, M. E. et al. Grazing intensity and ecosystem process in a northern mixed-grass prairie, USA. **Ecological Applications**, v. 8, n. 2, p. 469-479, 1998.

BOAVISTA, L. R. **Estudo de comunidades vegetais campestres na região do Alto Camaquã, Rio Grande do Sul**. 2012, 84 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

BOAVISTA, L. R.; QUADROS, F. L. F.; TRINDADE, J. P. P.; BORBA, M. F. S; NUNES, G. D. Florística e fitossociologia em áreas de vegetação campestre na Região do Alto Camaquã, RS. **Anais... X Congresso de Ecologia**. São Lourenço, Minas Gerais, 2011.

BOLDRINI, I. I. Dinâmica de Vegetação de uma Pastagem Natural sob Diferentes Níveis de Oferta de Forragem e Tipos de Solos, Depressão Central, Brasil. 1993. 262f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

BOLDRINI, I. I.; EGGERS, L. Vegetação campestre do Sul do Brasil: dinâmica de espécies à exclusão do gado. **Acta Botânica Brasílica**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 63-66, 1997.

BOLDRINI, I. I.; MARASCHIN, G. E. Efeito do pastejo e do solo sobre formas biológicas. In: Reunion del Grupo Tecnico Regional del cono sur en Mejoramiento y Utilizacion de los Recursos Forrageros del Area Tropiocal y Subtropical: Grupo Campos, 14. Arapey, Uruguay. Série Técnica. 94, INIA. **Anales...** p. 141-144, 1998.

BORBA, M.; TRINDADE, J. P. P. Desafios para conservacão e a valorizacão a pecuária sustentável. In: Pillar, V. de P.; S. C. Muller, *et al* (Ed.). Campos sulinos: Conservação e uso sustentável da diversidade. Brasília: MMA, 2009. Desafios para conservação e a valorização da pecuária sustentável, p. 393-403

BOX, E. O. Plant functional types and climate at the global scale. **Journal of Vegetation Science**, v.7, p.309-320, 1996.

BUTTOLPH, L. P.; COPPOCK, D. L. Influence of deferred grazing on vegetation dynamics and livestock productivity in an Andean pastoral system. **Journal of Applied Ecology**. 41 (4):664-674, 2004.

CALVIÈRE, I.; DURU, M. The effect of N and P fertilizer application and botanical composition on the leaf/stem ratio patterns in spring in Pyrenean meadows. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 54, n. 3, p. 255-266, 1999.

CASTILHOS, Z.M.S de. **Dinâmica vegetacional e tipos funcionais em áreas excluídas e pastejadas sob diferentes condições iniciais de fertilização**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2002.

CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: Manejo Sustentável em Pastagem, 1., 2005, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2005. p. 1-20.

CHAPIN, F.S. **Functional role of growth forms in ecosystem and global processes**. In: Ehleringer, J. R. & Field, C. B. (eds.) *Scaling physiological processes: Leaf to globe*, pp. 287-312. Academic Press, London, 1993.

CODY, M. L. and DIAMOND, J. M. **Ecology and evolution of communities**. – Harvard Univ. Press, 1975.

CONTE, E.; ANGHINONI, I.; RHEINHEIMER, D. S. Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatase ácida após aplicações de fosfato em solo no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 925-930, 2002.

COUGHENOUR, M. B. Graminoid responses to grazing by large herbivores: adaptations, ex-adaptations and interacting processes. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 72, p. 852-863, 1985.

CRUZ, P.; QUADROS, F. L. F. de; THEAU, J. P.; FRIZZO, A.; JOUANY, C.; DURU, M. et al. Leaf traits as functional descriptors of the intensity of continuous grazing in native grasslands in the south of Brazil Rangeland, **Ecology & Management**, 63, pp. 350–358. 2010.

DÍAZ, S., ACOSTA, A. & CABIDO, M. Morphological analysis of herbaceous communities under different grazing regimes. **Journal of Vegetation Science**, 3, 689–696. 1992.

DÍAZ, S., NOY-MEIR, I. & CABIDO, M. Can grazing response of herbaceous plants be predicted from simple vegetative traits? **Journal of Applied Ecology**, 38, 497–508, 2001.

LAVOREL, S., MCINTYRE, S. & GRIGULIS, K. () Plant response to disturbance in a Mediterranean grassland: how many functional groups? **Journal of Vegetation Science**, 10, 661– 672, 1999.

LAVOREL, S.; GARNIER, E. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. **Functional Ecology**, v. 16, n. 5, p. 545- 556, October, 2002.

MARTINS, C. E. N; QUADROS, F. L. F.. BOTANAL: desenvolvimento de uma planilha eletrônica para avaliação de disponibilidade de matéria seca e composição florística de pastagens. In: REUNIÓN DEL GRUPO TÉCNICO REGIONAL DEL CONO SUR EM Mejoramiento y utilización de los recursos forrajeros del área tropical y subtropical - Grupo Campos, 2004, Salto. **MEMORIAIS**. v. 1. p. 229-231.

MCINTYRE, S., LAVOREL, S., LANDSBERG, J. & FORBES, T.D.A. Disturbance response in vegetation towards a globalperspective on functional traits. **Journal of Vegetation Science**, 10, 621–630, 1999.

MCNAUGHTON, S. J. Biodiversity and function of grazing ecosystems. – In: Schulze, E. D. and Mooney, H. A. (eds), Biodiversity and ecosystem function. Springer-Verlag, pp. 361–383, 1993.

OLIVEIRA, L. B. **Dinâmica do fósforo em ecossistema de pastagem natural submetido à aplicação de fontes de fosfato.** 86 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em ciência do solo, Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

PILLAR, V. D. et al. Fatores de ambiente relacionados à variação vegetação de um campo natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, p. 1089-1101, 1992.

PILLAR, V. D. **MULTIV, Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling.** Departamento de Ecologia, UFRGS. Porto Alegre, 2004.

QUADROS, F. L. F. de. **Dinâmica vegetacional em pastagem natural submetida a tratamentos de queima e pastejo.** 1999, 128f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

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

QUADROS, F. L. F. et al. A abordagem funcional da ecologia campestre como instrumento de pesquisa e apropriação do conhecimento pelos produtores rurais. In: Valério De Patta Pillar; Sandra Cristina Müller; Zélia Maria de Souza Castilhos; Aino Vitor Ávila Jacques. (Org.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade.** 1 ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, v. 15, p. 206-209, 2009.

ROSSI, G. E. **Avaliação da dinâmica e da diversidade de uma pastagem natural submetida a diferentes distúrbios.** 121f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

TILMAN, D. and DOWNING, J.A. Biodiversity and stability in grasslands. **Nature** **367**, 363–5, 1994.

TOTHILL, J. C., HARGREAVES, J. N. G., JONES, R. M., McDONALD, C. K. BOTANAL - A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. 1. Field sampling. **Tropical Agronomy Technical Memorandum**, 78:24 p. 1992.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AERTS, R.; CHAPIN, S. F. III. The mineral nutrition of wild plants revisited: A re-evaluation of processes and patterns. **Advances in ecological research**, v. 30 p. 1-67, 2000.

AGUIAR, M. R., PARUELO J. M., O. E. SALA, e W. K. LAUENROTH. Ecosystem responses to changes in plant functional type composition: An example from the Patagonian steppe. **Journal of Vegetation Science**, v. 7, p. 381–90, 1996.

BALDOCCHI, D.D.; L. XU;and KIANG, N.Y.. How plant functional-type, weather, seasonal drought, and soil physical properties alter water and energy fluxes of an oak-grass savanna and an annual grassland. **Agr. Forest Meteorol.**, 123, 13-39, doi:10.1016/j.agrformet.2003.11.006, 2004.

BANDINELLI, D. G. et al. Composição florística de pastagem natural afetada por fontes de fósforo, calagem e introdução de espécies forrageiras de estação fria. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 84-91, jan-fev, 2005.

BARRETO, I. L. et al. Melhoramento e renovação de pastagens. In: PEIXOTO, A. M. et al. (Ed.). **Pastagens: fundamentos de exploração racional**, 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 295-309.

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.

BERRETTA, E. J. et al. Campos in Uruguay. In: Lemaire, G. et al. (ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Cambridge: CABI Publishing, p. 377-394, 2000.

BILENCA, D.; MIÑARRO, F. **Identificación de áreas valiosas de pastizal (AVPs) en las pampas y campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil**. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires, 2004. 336p. v. 1.

BLONDEL, J. Guilds or functional groups: does it matter? – **Oikos**, v.100, p 223–231. 2003.

BOAVISTA, L. R.; QUADROS, F. L. F.; TRINDADE, J. P. P.; BORBA, M. F. S; NUNES, G. D. Florística e fitossociologia em áreas de vegetação campestre na Região do Alto Camaquã, RS. **Anais...** X Congresso de Ecologia. São Lourenço, Minas Gerais, 2011.

BOAVISTA, L. R. **Estudo de comunidades vegetais campestres na região do Alto Camaquã, Rio Grande do Sul**. 2012, 84 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

BOGGIANO, P. R. **Dinâmica da produção primária da pastagem nativa em área de fertilidade corrigida sob efeito de adubação nitrogenada e oferta de matéria seca**. 2000. 191f. Tese (Doutorado Plantas Forrageiras) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

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

BOLDRINI, I. I. A Flora dos Campos do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. (Org.). **Campos Sulinos - Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. 2 ed. Brasília, DF: MMA, v. 1, p. 63-77. 2009.

BOLDRINI, I. I.; EGGERS, L. Vegetação campestre do Sul do Brasil: dinâmica de espécies à exclusão do gado. **Acta Botânica Brasílica**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 63-66, 1997.

BOLDRINI, I. I. **Dinâmica de vegetação de uma pastagem natural sob diferentes níveis de oferta de forragem e tipos de solos, Depressão Central, Brasil**. 1993. 262f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

BOND, W. J. 1997. Functional types for predicting changes in biodiversity: a case study in Cape fynbos. – In: SMITH, T. M., SHUGART, H. H. and WOODWARD, F. I. (eds), **Plant functional types**. Cambridge Univ. Press, pp. 174–194.

BORBA, M.; TRINDADE, J. P. P. Desafios para conservação e a valorização a pecuária sustentável. In: PILLAR, V. de P.; S. C. MULLER, *et al* (Ed.). **Campos sulinos: Conservação e uso sustentável da diversidade**. Brasília: MMA, 2009. Desafios para conservação e a valorização da pecuária sustentável, p. 393-403.

BRISKE, D.D. Strategies of plant survival in grazed systems: a functional interpretation. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. **The Ecology and Management of Grazing Systems**. Oxon: CAB, 1996. p. 37-67

CALVIÈRE, I.; DURU, M. The effect of N and P fertilizer application and botanical composition on the leaf/stem ratio patterns in spring in Pyrenean meadows. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 54, n. 3, p. 255-266, 1999.

CARVALHO, P. C. F.; RIBEIRO FILHO, M. N.; POLI, C. H. E. C. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 853-871.

CASTILHOS, Z. M. S.; PILLAR, V. D. Dinâmica vegetacional de uma pastagem natural sob diferimento e adubação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. CD-ROM

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17, 1993, Palmerston North, New Zealand. **Proceeding...** Palmerston north: Keeling & Mund, 1993. p. 95-104.

CHAPIN III, F. S.; McNAUGHTON, S. J. Lack of compensatory growth under phosphorus deficiency in grazing - Adapted Grasses from Serengeti Plains. **Oecologia**, Berlin, v. 79, p. 551-557, 1989

CHAPIN, F. S. I., BRET-HARTE, M. S., HOBBIIE, S. R. AND ZHONG, H. L. Plant functional types as predictors of transient responses of arctic vegetation to global change. – **J. Veget. Sci.** 7: 347–358. 1996.

CORNELISSEN, J. H. C. et al. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany**, v. 51, p. 335-380, 2003.

CÔRREA, F. L.; MARASCHIN, G. E. Crescimento e desaparecimento de uma pastagem nativa sob diferentes níveis de oferta de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, p. 1617-1623, 1994.

DIAS, A. E. A. **Influência de diferentes intensidades de pastejo na estrutura espacial da pastagem natural na depressão central – RS.** 2004, 135 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2004.

DÍAZ, et al. Plant trait responses to grazing – A global synthesis. **Global Change Biology**, v. 13, p. 313-341, 2007.

DÍAZ, S.; NOY-MEIR, I.; CABIDO, M. Can grazing response of herbaceous plants be predicted from simple vegetative traits? **Journal of Applied Ecology**, v. 38, p. 497-508. 2001.

DIAZ, S. Elevated CO₂ responsiveness, interactions at the community level and plant functional types. – **J. Biogeogr.** 22: 289–295. 1995.

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

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.

FONSECA, E. L.; SILVEIRA, V. C. P.; SALOMONI, E. Eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa incidente em biomassa aérea da vegetação campestre natural no bioma Campos Sulinos do Brasil. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.656-659, 2006.

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

GAUCH, H. G. J. **Multivariate analysis in community ecology**. Cambridge, Cambridge University Press. 1982.

GLENN-LEWIN, D. C.; van der MAAREL, E.; VEBLEN, T. T. Patterns and processes of vegetation dynamics. In: GLENN-LEWIN, D. C.; PEET, R. K.; VEBLEN, T. T. **Plant Sucession: theory and prediction**. London: Chapman and hall, 1992. Cap. 1, p. 11-59. (Population and community biology, 11).

GOMES, K. E. **Dinâmica e produtividade de uma pastagem natural do Rio Grande do Sul após seis anos de aplicação de adubos, diferimentos e níveis de oferta de forragem**. 1996. 225f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996.

GONÇALVES, E. N., CARVALHO, P. C. F., DEVINCENZI, T. et al. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: padrões de deslocamento e uso de estações alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2009.

HOOPER, D. U. e VITOUSEK, P. M. The effects of plant composition and diversity on ecosystem processes. **Science**, 277:1302–1305. 1997.

HUNTLY, N. Herbivores and the dynamics of communities and ecosystems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 22, p. 477–503, 1991.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. Mapa da Vegetação do Brasil. <www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#USO>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Rio Grande do Sul, Fonte: **Censo Agropecuário 1996 e 2006**, IBGE. 46. 47 .

JACQUES, A. V. A.; NABINGER, C. O. Ecosistema Pastagens Naturais. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL. Ênfase: Importância e potencial produtivo da pastagem nativa, 1, 2006. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS. p.7-10. 2006.

JOFFRE, R., RAMBAL, S., How tree cover influences the water balance of Mediterranean rangelands. **Ecology**, 74, 570–582, 1993.

JOHNSON, K. H., VOGT, K. A., CLARKE, H. J., SCHMITZ, O. J. AND VOGT, D. J. Biodiversity and the production and stability of ecosystems. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 11, p. 372–7, 1996

JONGMAN, R. H. G.; TER BRAAK, C. J. F. e VAN TONGEREN, O. F. R. **Data analysis in community and landscape ecology**. 2nd ed., Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1995.

KAMINSKI, J.; PERUZZO, G. **Eficácia de fosfatos naturais reativos em sistemas de cultivo**. Santa Maria: NRS-SBCS. 31p. (Boletim Técnico, 3). 1997.

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.

KUPLICH M. T.; MARTIN V. E.; Identificação de tipologias da vegetação campestre e o uso de imagem Thematic Mapper (Landsat 5) na região dos Campos de Cima da Serra, Bioma Mata Atlântica. **Anais...** XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, INPE, p. 2769-2775, 25-30 abril 2009.

LACA, E. A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: T'MANNETJE, L.; JONES, R.M. (Ed.). **Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research**. New York: CABI, 2001. p. 103-122.

LAVOREL, S., MCINTYRE, S., LANDSBERG, J. AND FORBES, T. D. A. Plant functional classification: from general groups to specific groups based on response to disturbance. – **Trends Ecol. Evol.** 12: 474–478. 1997.

LAVOREL, S.; GARNIER, E. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. **Functional Ecology**, v. 16, p. 545-556, 2002.

LEMAIRE, G., CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: **The ecology and management of grazing systems**. Walingford, UX CAB International, p. 3-36, 1996.

LEPS, J. et al. Community stability, complexity and species life history strategies. **Vegetatio**. Dordrecht, n. 50, p. 53-63, 1982.

LLORET, F.; MONTSERRAT, V. Diversity patterns of plant functional types in relation to fire regime and previous land use in Mediterranean woodlands. **Journal Vegetation Science**, v. 14, n. 3, p. 387-398, Jun. 2003.

MANLY, B. F. J. **Multivariate statistical methods: a primer**. 2nd ed., London, Chapman e Hall, 1994.

MARTINAZZO, R. et al. Fósforo microbiano do solo sob sistema plantio direto em resposta à adição de fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 563-570, 2007.

MCNAUGHTON, S. J. Diversity and stability of ecological communities: a comment on the role of empiricism in ecology. **The American Naturalist**, v. 111, p. 515-25, 1977.

MILCHUNAS, D. G.; LAUENROTH, W. K. Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. **Ecological monographs**, v. 63, n. 4, p. 327-366, 1993.

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).

MMA_Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília: MMA/ SBF, 2000. 40p.

MIRANDA, C. H. B. Ciclagem de nutrientes em pastagem com vistas a sustentabilidade do sistema. Campo Grande, MS, p. 114-128 (Série técnica), 1995. disponível em: <http://www.dfid.gov.uk/r4d/PDF/Outputs/R6606m.pdf>

NABINGER, C. Manejo e utilização sustentável de pastagens. In: GOTTSCHAL, C. S.; SILVA, J. S da; RODRIGUES, N. C. (orgs.) Ciclo de palestras em produção e manejo de bovinos de corte, 3., 1998, Canoas: ULBRA, 1998. p. 40 -105.

NABINGER, C.; MORAES, A.; MARASCHIN, G. Campos in Southern Brazil. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A., et al. **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publishing. p. 355-376, 2000.

NABINGER, C. et al. Biodiversidade e produtividade em pastagens. In: XXIII SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 23. 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2006. p. 87-138.

NABINGER, C. et al. Biodiversidade e produtividade em pastagens. In: XXIII SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 23. 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2006. p. 87-138.

NESKE, M. Z. **Estilos de agricultura e dinâmicas locais de desenvolvimento rural: o caso da pecuária familiar do território Alto Camaquã do Rio Grande do Sul**. 2009. 208 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

NYGAARD, B.; EJRNAES, R. A new approach to functional interpretation of vegetation data. **Journal of Vegetation Science**, v. 15, n. 1, p. 49-56, Fev. 2004.

OLIVEIRA, L. B. **Dinâmica do fósforo em ecossistema de pastagem natural submetido à aplicação de fontes de fosfato**. 86 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em ciência do solo, Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

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.

PALLARÉS, O. P.; BERRETTA, E. J.; MARASCHIN, G. E. The South American Campos ecosystem. In: SUTTIE, J. M. et al (Ed.). **Grasslands of the world**. Rome: FAO - Food and Agriculture of the United Nations, 2005. p. 514.

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

PIELOU, E. C. **The interpretation of ecological data**; a primer on classification and ordination. New York, Wiley, 1984.

PILLAR, V. D.; ORLOCI, L. **Character-based community analysis**: theory and application program. The Hague: SPB Academic, 1993. 270p.

PILLAR, V. D.; SOSINSKI, 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.; BOLDRINI, I. I.; HASENACK, H.; JACQUES, A. V. A. et al. **Workshop**: Estado atual e desafios para a conservação dos campos. Porto Alegre: UFRGS, 2006.

PONTES, L. S. et al. Leaf traits affect the above-ground productivity and quality of pasture grasses. **Functional Ecology**, v. 21, n. 5, p. 844-853, Oct. 2007.

PRADO, P. I. ; LEWINSOHN T. M. et al. Ordenação multivariada na ecologia e seu uso em ciências ambientais, **Ambiente & Sociedade**, Ano V , No 10 , 2002.

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.

QUADROS, F.L.F. **Dinâmica vegetacional em pastagem natural submetida a tratamentos de queima e pastejo**. 1999. 141f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

QUADROS, F. L. F. de. et al. (2006) Uso de tipos funcionais de gramíneas como alternativa de diagnóstico da dinâmica e do manejo de campos naturais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2006, João Pessoa. **Anais** da Reunião Anual da Sociedade Brasileira Zootecnia, CD Rom.

REICH, P. B.; WALTERS, M. B.; ELLSWORTH, D. S. From tropics to tundra: Global convergence in plant functioning. **Proceedings** of the National Academy of Sciences of the United States of America 94: 13730–13734. 1997.

SANTOS, B. R. C. et al. Interação comportamento de pastejo x dinâmica de tipos funcionais em pastagem natural na Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p.1897-1906, 2006.

SENF, R. L. et al. Large herbivore foraging and ecological hierarchies. **BioScience**, Albertson, NY, v. 37, n. 11, p. 789 - 799, 1987.

SCHERER-LORENZEN, M., PALMBORG, C., PRINZ, A., and SCHULZE, E.D. 2003. The role of plant diversity and composition for nitrate leaching in grasslands. **Ecology**, 84:1539–1552.

SCHOENER, T. W.. Controversy over interspecific competition– **American Naturalist**. Sci. 70: 586–595, 1982.

SCHULZE, D. E. e MOONEY, H. A. 1993 **Biodiversity and ecosystem function**. Berlin. Springer-Verlag.

SHIPLEY, B.; VU, T. T. Dry matter content as a measure of dry matter concentration in plants and their parts. **New Phytologist**, v. 153, n. 2, p. 359-364, Feb. 2002.

SOARES, A. B. et al . Dinâmica da composição botânica numa pastagem natural sob efeito de diferentes ofertas de forragem. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 8, Aug. 2011.

SOSINSKI Jr, E. E. **Tipos funcionais em vegetação campestre: Efeitos de pastejo e adubação nitrogenada**. 2000. 130f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2000.

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.

STERNBERG, P. D., ANDERSON, M. A., GRAHAM, R. C., BEYERS, J. L., TICE, K. R. **Root distribution and seasonal water status in weathered granitic bedrock under chaparral**. Geoderma 72 (1–2), 89–98, 1996.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2ª Ed. 223p. UFRGS, Porto Alegre, 2008.

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.

TJOELKER, M. G., CRAINE, J. M., WEDIN, D., REICH P.B., TILMAN, D. Linking leaf and root trait syndromes among 39 grassland and savannah species. **New Phytologist**, v. 167, p. 493–508, 2005.

TRINDADE, J. P. P.; BORBA, M. F. S.; LEFEVBRE, J. **Território do Alto Camaquã: apresentação da cobertura vegetal do Alto Camaquã: junho de 2007**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2010. 13 p. (Embrapa Pecuária Sul. Documentos, 107). Disponível em: <http://www.cppsul.embrapa.br/download/publicacoes/DT_107.zip>.

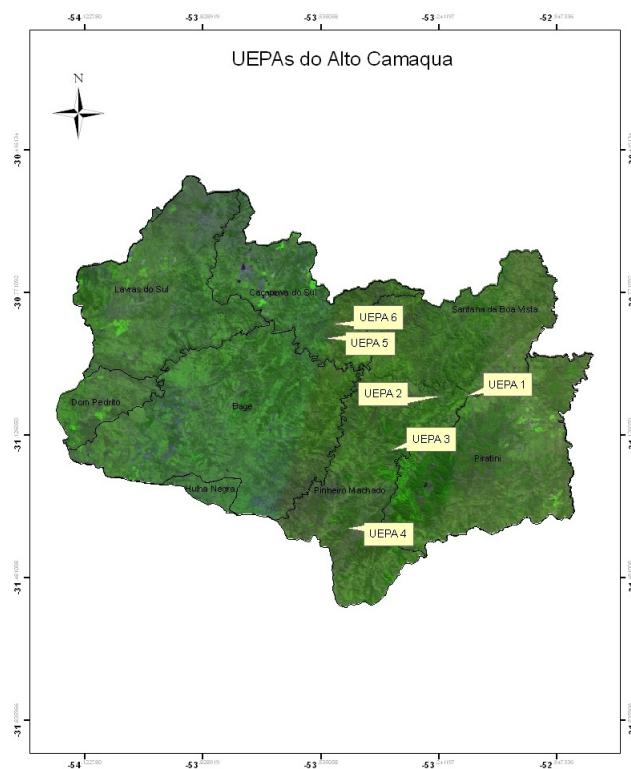
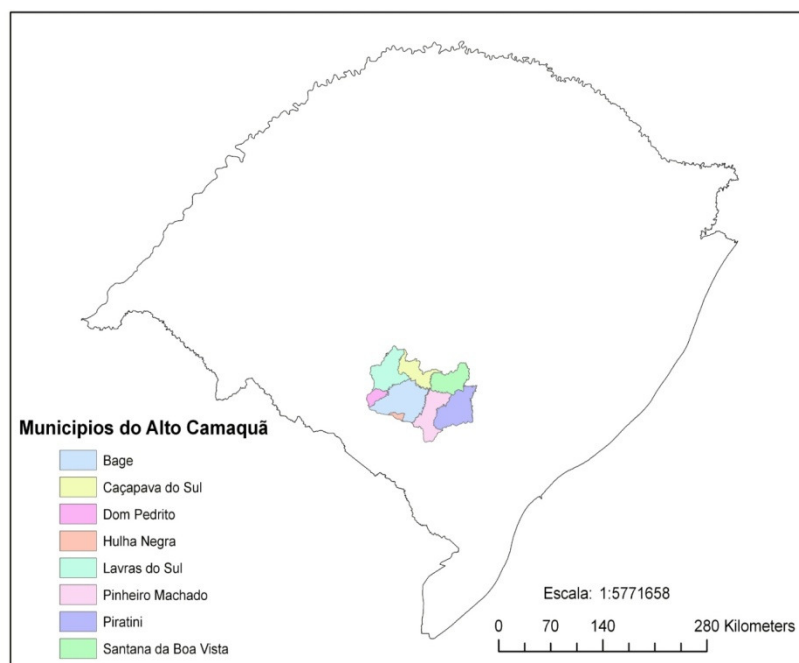
WAHL, S.; RYSER, P. Root tissue structure is linked to ecological strategies of grasses. **New Phytologist**, v. 148, p. 459–471, 2000.

WESTOBY, M. A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. **Plant and Soil**, v. 199, p. 213–227, 1998.

WRIGHT, I. J.; REICH, P. B.; WESTOBY, M.; ACKERLY, D. D.; BARUCH, Z. et al. The worldwide leaf economics spectrum. **Nature**, v. 428: p. 821–827. doi:10.1038/nature02403. 2004.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Região do Alto Camaquã, abrangência nos municípios e as UEPA's



Apêndice 2 – Croqui da área experimental UEPA I. Onde os marcadores indicam a posição das transectas marcadas através de GPS identificadas pela numeração.



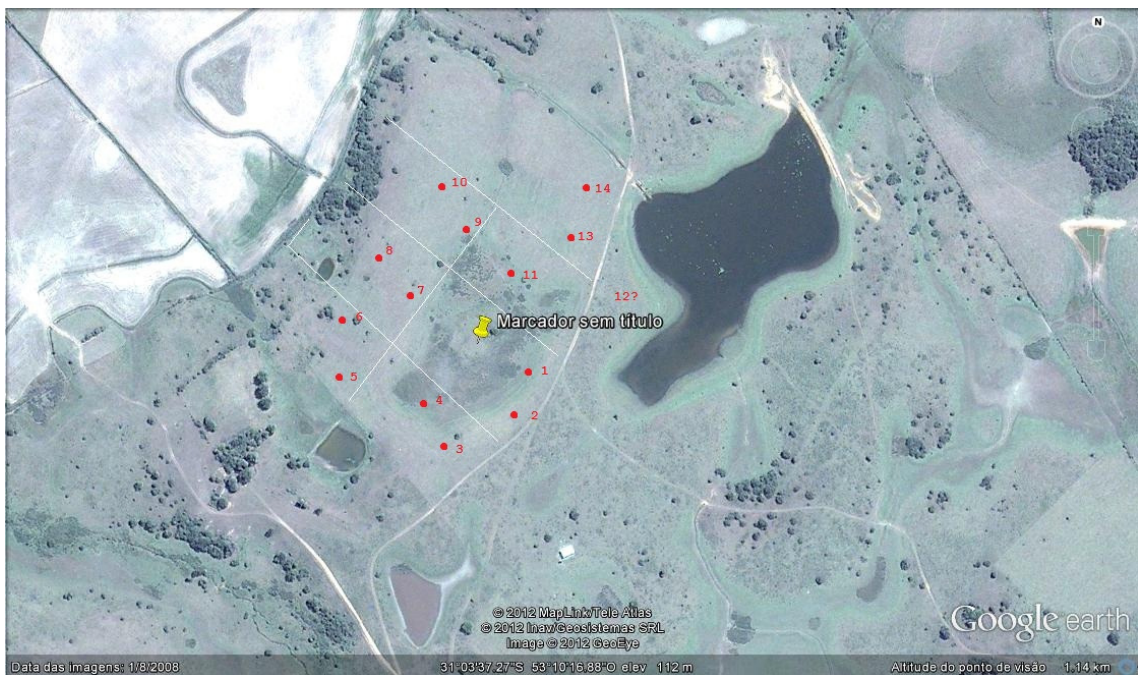
Apêndice 3 – Croqui da área experimental UEPA II. Onde os marcadores indicam a posição das transectas marcadas através de GPS identificadas pela numeração.



Apêndice 4 – Croqui da área experimental UEPA III. Onde os marcadores indicam a posição das transectas marcadas através de GPS identificadas pela numeração.



Apêndice 5 – Croqui da área experimental UEPA IV. Onde os marcadores indicam a posição das transectas identificadas pela numeração.



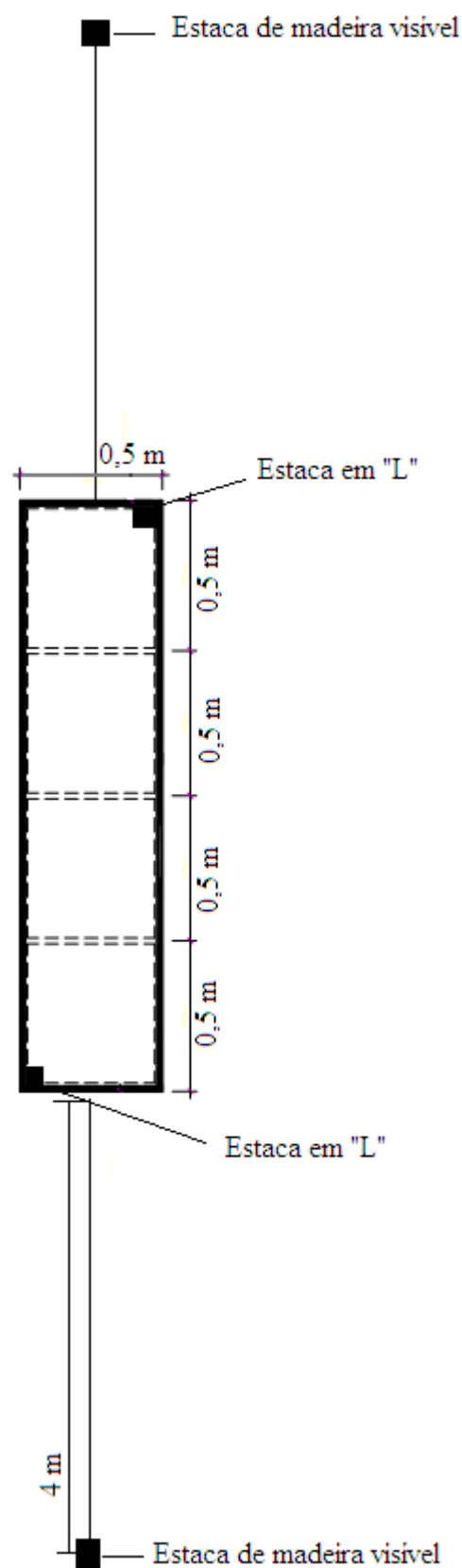
Apêndice 6 – Arranjo Fatorial das UEPA's

UEPA	Tratamento	Potreiro	Transectas
I	Testemunho (TES)	Campo	13 e 14
	Rotativo sem adubo (0AD) R1	1	1 e 2
	Rotativo sem adubo (0AD) R2	2	3 e 4
	Rotativo + Pó de rocha (PRO) R1	3	5 e 6
	Rotativo + Pó de rocha (PRO) R2	4	7 e 8
	Rotativo + Fosfato (FOS) R1	5	9 e 12
	Rotativo + Fosfato (FOS) R2	6	10 e 11
II	Testemunho (TES)	Campo	13 e 14
	Rotativo sem adubo (0AD) R1	1	1 e 2
	Rotativo sem adubo (0AD) R2	4	7 e 8
	Rotativo + Pó de rocha (PRO) R1	2	3 e 4
	Rotativo + Pó de rocha (PRO) R2	6	11 e 12
	Rotativo + Fosfato (FOS) R1	3	5 e 6
	Rotativo + Fosfato (FOS) R2	5	9 e 10
III	Rotativo sem adubo (0AD) R1	1 e 2	1 e 2
	Rotativo sem adubo (0AD) R2	3 e 4	3 e 4
	Rotativo sem adubo (0AD) R3	5 e 6	5 e 6
	Rotativo + Pó de rocha (PRO) R1	7 e 8	7 e 8
	Rotativo + Pó de rocha (PRO) R2	13 e 14	13 e 14
	Rotativo + Fosfato (FOS) R1	9 e 10	9 e 10
	Rotativo + Fosfato (FOS) R2	11 e 12	11 e 12
IV	Testemunho (TES)	Campo	13 e 14
	Diferido sem adubo (0AD) R1	1	5 e 6
	Diferido sem adubo (0AD) R2	1	11 e 12
	Diferido + Calcário (CAL) R1	1	7 e 8
	Diferido + Calcário (CAL) R2	1	9 e 10
	Diferido + Fosfato (FOS) R1	1	1 e 2
	Diferido + Fosfato (FOS) R2	1	3 e 4

Apêndice 7 – “Ranking” da porcentagem de contribuição das espécies utilizada no método nas avaliações das áreas na região do Alto Camaquã.

Rank	Porcentagem/espécie				
111	1				
222	0.9	0.1			
223	0.8	0.2			
224	0.7	0.3			
225	0.6	0.4			
226	0.5	0.5			
332	0.8	0.15	0.05		
333	0.7	0.2	0.1		
334	0.7	0.15	0.15		
335	0.6	0.2	0.2		
336	0.6	0.3	0.1		
337	0.5	0.25	0.25		
338	0.45	0.45	0.1		
339	0.34	0.33	0.33		
443	0.8	0.1	0.05	0.05	
444	0.7	0.2	0.05	0.05	
445	0.7	0.15	0.1	0.05	
446	0.7	0.1	0.1	0.1	
447	0.5	0.3	0.1	0.1	
448	0.45	0.3	0.15	0.1	
449	0.45	0.45	0.05	0.05	
555	0.7	0.2	0.04	0.03	0.03
556	0.45	0.45	0.04	0.03	0.03
557	0.45	0.25	0.15	0.1	0.05
558	0.3	0.2	0.2	0.15	0.15
559	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Apêndice 8 – Esboço da transecta utilizada no experimento.



Apêndice 09 – Lista das espécies encontradas nas áreas avaliadas na região do Alto Camaquã, no municípios de Pinheiro Machado e Piratini, RS, 2008/2011.

Família	Sp	Código
APIACEAE	<i>Apium leptophyllum</i> Michx.	Ap.le
APIACEAE	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	Ce.as
APIACEAE	<i>Eryngium ciliatum</i> Cham. & Schltl.	Er.ci
APIACEAE	<i>Eryngium horridum</i> Malme	Erho
APIACEAE	<i>Eryngium nudicaule</i> Lam.	Ernu
ARALIACEAE	<i>Hydrocotyle exigua</i> (Urb.) Malme	Hyex
ASTERACEAE	<i>Aspilia montevidensis</i> (Spreng.) Kuntze	Asmo
ASTERACEAE	<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC.	Batr
ASTERACEAE	<i>Chaptalia sinuata</i> (DC.) Baker	Chsi
ASTERACEAE	<i>Chevreulia acuminata</i> Less.	Chac
ASTERACEAE	<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	Elmo
ASTERACEAE	<i>Facelis retusa</i> (Lam.) Sch. Bip.	Fare
ASTERACEAE	<i>Pterocaulon alopecuroides</i> Glend ex Scop.	Ptal
ASTERACEAE	<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less.	Sebr
ASTERACEAE	<i>Senecio selloi</i> (Spreng.) DC.	Sese
ASTERACEAE	<i>Baccharis ochracea</i> Spreng.	Baoc
ASTERACEAE	<i>Soliva pterosperma</i> Meyen	Sopt
CONVOLVULACEAE	<i>Dichondra sericea</i> Sw.	Dise
CONVOLVULACEAE	<i>Evolvulus sericeus</i> Sw.	Evse
CYPERACEAE	<i>Carex sororia</i> Kunth	Caso
CYPERACEAE	<i>Cyperus brevifolius</i> (Rottb.) Endl. ex Hassk.	Cybr
CYPERACEAE	<i>Eleocharis flavescens</i> (Poir.) Urb.	Elfl
CYPERACEAE	<i>Fimbristylis diphylla</i> (Retz.) Vahl	Fidi
FABACEAE	<i>Adesmia latifolia</i> (Spreng.) Vogel	Adla
FABACEAE	<i>Desmanthus depressus</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Dede
FABACEAE	<i>Trifolium polymorphum</i> (Bonpl.) Cogn.	Trpo
FABACEAE	<i>Trifolium repens</i> L.	Trre
FABACEAE	<i>Desmodium incanum</i> DC.	Dein
FABACEAE	<i>Stylosanthes montevidensis</i> Vogel	Stmo
HYPOXIDACEAE	<i>Hypoxis decumbens</i> L.	Hyde
IRIDACEAE	<i>Herbertia pulchella</i> Sweet	Hepu
IRIDACEAE	<i>Sisyrinchium laxum</i> Otto ex Sims	Sila
MELASTOMACEAE	<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn.	Tigr
OXALIDACEAE	<i>Oxalis articulata</i> Savigny	Oxar
PASSIFLORACEAE	<i>Piriqueta selloi</i> Urb.	Pise
PLANTAGINACEAE	<i>Plantago tomentosa</i> Lam.	Plto
POACEAE	<i>Andropogon lateralis</i> Nees	Anla
POACEAE	<i>Andropogon ternatus</i> (Spreng.) Nees	Ante
POACEAE	<i>Aristida filifolia</i> (Arechav.) Herter	Arfi
POACEAE	<i>Aristida uruguayensis</i> Henrard	Arur
POACEAE	<i>Aristida laevis</i> (Ness) Kunth	Arla
POACEAE	<i>Axonopus argentinus</i> Parodi	Axar
POACEAE	<i>Axonopus affinis</i> Chase	Axaf

POACEAE <i>Bothriochloa laguroides</i> (DC.) Herter	Bola
POACEAE <i>Briza rufa</i> (J. Presl) Steud.	Brru
POACEAE <i>Briza poomorpha</i> (J. Presl) Henrard	Brpo
POACEAE <i>Briza subaristata</i> Lam.	Brsu
POACEAE <i>Calamagrostis viridiflavescens</i> (Poir.) Steud	Cavi
POACEAE <i>Coelorachis selloana</i> (Hack.) de Koning & Sosef	Mnse
POACEAE <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Elin
POACEAE <i>Eragrostis airoides</i> Nees	Erai
POACEAE <i>Eragrostis lugens</i> Nees	Erlu
POACEAE <i>Eragrostis neesi</i> Trin.	Erne
POACEAE <i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Lomu
POACEAE <i>Steinchisma hians</i> Raf.	Sthi
POACEAE <i>Dichanthelium sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark	Disa
POACEAE <i>Paspalum dilatatum</i> D.C.	Padi
POACEAE <i>Paspalum nicore</i> Schult.	Pale
POACEAE <i>Paspalum notatum</i> A. H. Liogier ex Flüggé	Pano
POACEAE <i>Paspalum plicatulum</i> Michx.	Papl
POACEAE <i>Paspalum pumilum</i> Nees	Papu
POACEAE <i>Poa annua</i> L.	Poan
POACEAE <i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) Parodi	Pimo
POACEAE <i>Piptochaetium ruprechtianum</i> E. Desv.	Piru
POACEAE <i>Schizachyrium microstachyum</i> (Desv. ex Ham.) Roseng., B.R. Arrill. & Izag.	Scmi
POACEAE <i>Sporobulus indicus</i> L.	Spin
POACEAE <i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen	Sepa
POACEAE <i>Stipa setigera</i> J. Presl	Stse
POACEAE <i>Stipa hyalina</i> Nees	Sthy
POACEAE <i>Eragrostis plana</i> Nees	Erpla
POLYGALACEAE <i>Polygala linoides</i> Poir.	Popl
POLYGALACEAE <i>Polygala pumila</i> L.	Popu
RUBIACEAE <i>Relbunium richardianum</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Hicken	Reri
RUBIACEAE <i>Richardia brasiliensis</i> Gomes.	Ribr
SOLANACEAE <i>Nierembergia veitchii</i> Hook.	Nive
VERBENACEAE <i>Verbena selloi</i> Spreng.	Vese

Fonte : Boavista (2012)