

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DINÂMICA E MODELAGEM TEMPORAL DE
VEGETAÇÃO CAMPESTRE SOB DISTÚRBIOS**

TESE DE DOUTORADO

Duilio Guerra Bandinelli

**Santa Maria, RS, Brasil
2008**

DINÂMICA E MODELAGEM TEMPORAL DE VEGETAÇÃO CAMPESTRE SOB DISTÚRBIOS

por

Duilio Guerra Bandinelli

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,
Área de Concentração em Produção Animal, da
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS),
como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Zootecnia.

Orientador: Dr. Fernando Luiz Ferreira de Quadros

Santa Maria, RS, Brasil

2008

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado

**DINÂMICA E MODELAGEM TEMPORAL DE VEGETAÇÃO
CAMPESTRE SOB DISTÚRBIOS**

elaborada por
Duilio Guerra Bandinelli

como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Zootecnia

COMISSÃO EXAMINADORA:

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

Dr^a Marta Gomes da Rocha, UFSM

Dr. Julio Viégas, UFSM

PhD. Vicente C. Pires Silveira, UFSM

Dr. José Pedro Pereira Trindade, EMBRAPA CPPSul

Santa Maria, 30 de abril de 2008.

AGRADECIMENTOS

A todos que de uma forma ou de outra contribuíram ou estiveram presentes durante esta longa jornada de “Tambo”.

Aos familiares, que agora poderei dizer: terminei o Doutorado, a partir deste ano teremos férias, finalmente.

As mulheres aqui representadas por Daiane, Nathalie e Mariana. Eh povo, às vezes me enlouquecem, outras vezes, representam a fonte de amor, carinho, alegria, pureza que necessitamos nos momentos de maior angustia. Os quais, não foram poucos!

Obrigado ao Patrão, lá de cima, pela vida e por ter trilhado caminhos pelos quais, em minha existência, sempre estive cercado de pessoas de boa índole.

Agradeço pelo convívio, ensinamentos, amizade e, principalmente pelo exemplo de caráter e profissionalismo que pude observar em você, Engenheiro Agrônomo, Mestre, Doutor, Colorado e Amigo Fernando Luiz Ferreira de Quadros. A você atribuo e dedico minhas principais realizações profissionais. Obrigado meu “mestre”. E, me desculpe por não atingir possíveis expectativas em relação às mais diversas atividades realizadas nestes dez para onze anos de convívio. Como dizem: a fila anda, terás novos desafios e orientados, por isso não de moleza a estes, podendo começar já com o Carlos Eduardo e o Fabio.

Com estas palavras agradeço, e peço que todos aqueles que participaram desta caminhada, principalmente Dr^a Marta e Dr. Pedro, sintam-se abraçados também.

Feitooooo.

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

DINÂMICA E MODELAGEM TEMPORAL DE VEGETAÇÃO CAMPESTRE SOB DISTÚRBIOS

AUTOR: Duilio Guerra Bandinelli

ORIENTADOR: Fernando Luiz Ferreira de Quadros

Data e local de Defesa: Santa Maria, 30 de abril de 2008.

O desenvolvimento de sistemas de produção viáveis economicamente, que tornem compatíveis bons ganhos animais com a preservação dos ecossistemas de pastagens naturais, deve ser apoiado pelo conhecimento da dinâmica da vegetação que ocorre após determinadas práticas de manejo. Estudos de dinâmica da vegetação revelam processos de substituição de populações, que podem ser observados no espaço e no tempo, em diferentes escalas. A modelagem destes sistemas pode representar uma alternativa para revelar esses processos. Deste modo, a presente tese, está dividida em dois capítulos, sendo abordadas, respectivamente, as dinâmicas temporais da vegetação, baseadas na composição de espécies da área (Táxons) ou dos grupos de Tipos Funcionais de Plantas (TFP). Estes foram baseados nos atributos Área Foliar Específica (AFE) e Teor de Matéria Seca Foliar (TMS), os quais agruparam as espécies pertencentes à família Poaceae, em quatro grupos (A, B, C e D). Os dados utilizados nesta tese foram procedentes de inventários da vegetação, dos anos de 1995 a 2001, e de matrizes de transição das Cadeias de Markov. Os fatores pastejo e queima, e suas interações, combinados com as posições de relevo, foram os fatores de distúrbio que expressam os cenários a serem modelados no tempo. Os resultados obtidos através das análises de ordenação e aleatorização demonstram a aplicabilidade das Cadeias de Markov na construção de modelos preditivos da composição da vegetação em áreas campestres, independentemente da avaliação ser baseada em Taxóns ou TFP. Quando a avaliação foi realizada com base em Táxons, houve certa imprecisão na estimativa de valores de massa de forragem das espécies com baixa

contribuição inicial. Os fatores pastejo e posição topográfica apresentaram-se como determinantes das trajetórias de ordenação, o que não foi identificado para o fator queima. Com relação aos TFP, os resultados obtidos na validação do modelo, através das análises de ordenação e aleatorização, indicam uma tendência das trajetórias e dos valores preditos para grupos de TFP, serem mais adequados para as parcelas sobre influencia de pastejo. A difusão deste modelo, como ferramenta de manejo das áreas sobre pastejo, depende ainda de novas validações, utilizando-se novos grupos de dados, para isso se torna necessário o fortalecimento do intercâmbio de informações entre os grupos de pesquisa nesta área.

Palavras-chave: Cadeias de Markov; fogo; gramíneas; pastejo; tipos funcionais de plantas;

ABSTRACT

Thesis of Doctor's Degree
Post-Graduation in Animal Science Program
Universidade Federal de Santa Maria

MODELLING TEMPORAL DYNAMIC OF GRASSLAND VEGETATION UNDER DISTURBANCE

AUTHOR: Duilio Guerra Bandinelli

ADVISOR: Fernando Luiz Ferreira de Quadros

Date and defense's place: Santa Maria, april, 30th, 2008.

The development of economically viable production systems, which can make compatible good beef cattle profit and the preservation of natural grassland ecosystems, should be supported by knowledge of dynamic of vegetation that occur after some management practices. Vegetation dynamic studies show the existence of populations' replacement processes which can be observed in space and time, in different scales. Modeling these systems would be one alternative to achieve this premise. To achieve this purpose, this thesis, is divided in two chapters. In the are presented, respectively, temporal dynamics of grasslands vegetation, based on species composition (taxons) or Plants' Functional Types (PFT) groups. These were based on the traits: Specific Leaf Area (SLA) e Leaf Dry Matter Content (LDM), which grouped Poaceae family species in four groups (A, B, C and D). Data used in this thesis came from vegetation relevés from 1995 to 2001, and data predict by Markov chains. Typical disturbance factors of grassland vegetation, grazing and burning, and their interactions, combined with relief position, express the scenarios which should be modeled along the time. Results obtained by using ordination and randomization analysis show that is possible using this tool to build up predictive models of vegetation composition in grassland areas, independently from the evaluation being based on taxons or PFT. When it was based in taxons, a certain degree of imprecision in the estimation of forage mass of species with a low initial contribution. Grazing and relief position were determinant of ordination trajectory, and that was not possible to identify in burning. When based in PFTs, results obtained from model validation, from ordination analysis and from randomization tests, showed a tendency

of trajectories and of predicted values of functional groups, which is more suitable for plots under grazing. Using this model, as a management tool for areas under grazing, is in dependence of new validation researches, using new data, but for this is necessary to make strong the exchange of informations among research groups in this area.

Key-words: fire; grasses; grazing; Markov chains; plants' functional types

SUMÁRIO

RESUMO.....	04
ABSTRACT.....	06
1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 HIPÓTESE.....	11
1.2 Bases Teóricas.....	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 Caracterização da área e da vegetação campestre.....	13
2.1.1 A Região Fisiográfica Depressão Central e a Área em Estudo.	15
2.2 O Fogo em Campos Naturais e Savanas.....	16
2.3 O Pastejo e a Dinâmica da Vegetação.....	19
2.4 Alternativas de Avaliação da Dinâmica Vegetacional.....	21
2.5 Outros Distúrbios.....	22
2.5.1 FLORESTAMENTO.....	23
2.5.2 Uso de Herbicidas.....	24
2.5.3 Pastagens Cultivadas.....	25
2.5.4 Culturas Anuais.....	26
2.6 Atributos e Grupos de Tipos Funcionais de Plantas.....	27
2.7 Modelagem de Sistemas.....	31
2.7.1 Modelos.....	31
2.7.2 Cadeias de Markov.....	33
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

CAPÍTULO I – UTILIZAÇÃO DE CADEIAS DE MARKOV NA MODELAGEM DA DINÂMICA TEMPORAL DE VEGETAÇÃO CAMPESTRE SOB DISTÚRBIOS.....	
RESUMO.....	47
ABSTRACT.....	48
INTRODUÇÃO.....	49
MATERIAL E MÉTODOS.....	50
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
CONCLUSÕES.....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
CAPÍTULO II – DINÂMICA TEMPORAL DE VEGETAÇÃO CAMPESTRE BASEADA EM TIPOS FUNCIONAIS DE PLANTAS. 68	
RESUMO.....	68
ABSTRACT.....	69
INTRODUÇÃO.....	69
MATERIAL E MÉTODOS.....	72
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	75
CONCLUSÕES.....	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
APÊNDICES.....	91

DINÂMICA E MODELAGEM TEMPORAL DE VEGETAÇÃO CAMPESTRE SOB DISTÚRBIOS

1 INTRODUÇÃO

Sistemas agropecuários baseados em pastagens estão sob aumento de pressão para produzir e utilizar práticas de manejo capazes de preservar a diversidade natural (PARRIS, 2002). O desenvolvimento de sistemas de produção viáveis economicamente, que tornem compatíveis bons ganhos animais com a preservação dos ecossistemas de pastagens naturais, deve ser apoiado pelo conhecimento da dinâmica da vegetação que ocorre após determinadas práticas de manejo (QUADROS e PILLAR, 2001).

Os Campos Sulinos do Brasil, que representam a principal fonte alimentar dos rebanhos domésticos de ruminantes no Estado do Rio Grande do Sul (RS) vêm sofrendo uma intensa redução na sua superfície. A complexidade destas pastagens, compostas por centenas de espécies de gramíneas e leguminosas forrageiras, entre outras, ao mesmo tempo em que representa uma inestimável riqueza ambiental e produtiva, é um desafio à pesquisa e ao setor produtivo no sentido de construir um conjunto de conhecimentos que permitam desenvolver sistemas produtivos voltados ao uso sustentável deste Bioma (SANT`ANNA e NABINGER, 2007).

De acordo com Silveira (2002), o apoio tecnológico é necessário para incrementar a produção nos sistemas agropecuários complexos. Uma alternativa de apoio pode ser através do uso da modelagem dos sistemas produtivos. Modelagem pode ser entendida como a abstração e simplificação da realidade capaz de integrar as principais interações e comportamentos do sistema estudado, apta a ser manipulada com o objetivo de prever as conseqüências da modificação de um ou de vários parâmetros sobre o comportamento do sistema (SPEDDING, 1988).

Se a composição florística do campo se altera, assim como as características dos grupos funcionais presentes, isto significa que a presença de determinados grupos e respectivas características podem ser utilizadas como ferramentas de diagnóstico da resposta do meio a determinadas condições de manejo e da

dinâmica da pastagem conforme propõem Quadros *et al.* (2006). Desta forma, modelos de simulação espacial e temporal podem ser úteis na definição de estratégias de manejo em sistemas pastoris, além de serem ferramentas úteis na redução do tempo e do custo da experimentação de campo.

O termo distúrbio representa “um evento discreto, no tempo, que desorganiza a estrutura de um ecossistema, comunidade ou população e modifica a disponibilidade de recursos, substrato ou ambiente físico” (WHITE e PICKET, 1985). Neste trabalho, em função dos principais distúrbios que a vegetação campestre da região está sujeita, pastejo e fogo são considerados os eventos direcionais da dinâmica temporal da vegetação campestre.

A presente tese visa propor formas de modelar a dinâmica temporal de comunidades de vegetação campestre da região central do RS, avaliando entidades taxonômicas componentes da vegetação ou atributos de resposta de grupos vegetais (no caso específico, espécies da família Poaceae) quando submetidos a distúrbios (pastejo, fogo e suas interações) utilizando os modelos de Cadeias de Markov como ferramenta de predição de inventários futuros.

1.1 Hipótese

A hipótese do trabalho é de que a utilização de Cadeias de Markov pode ser utilizada como ferramenta para a modelagem temporal da dinâmica da vegetação sob distúrbios como alternativa aos modelos determinísticos. Esta dinâmica pode ser expressa tanto em unidades taxonômicas ou Tipos Funcionais de Plantas.

1.2 Bases Teóricas

Como uma ferramenta a orientar e servir de base teórica para o estudo das hipóteses deste trabalho, é apresentado um modelo teórico, o qual objetiva demonstrar as interações entre os principais componentes do Sistema Pastagens Naturais (Figura 1), capazes de atuar sobre a dinâmica vegetacional temporal, a qual pode ser representada por Taxóns (composição botânica) ou Tipos Funcionais de Plantas (TFP). Estes componentes são apresentados e relacionados entre si,

baseados na revisão do tema, sendo utilizados como base os trabalhos de Westoby *et al.*, (1989); Pillar *et al.*, (1992); Boldrini (1993); Quadros (1999), entre outros citados nesta revisão.

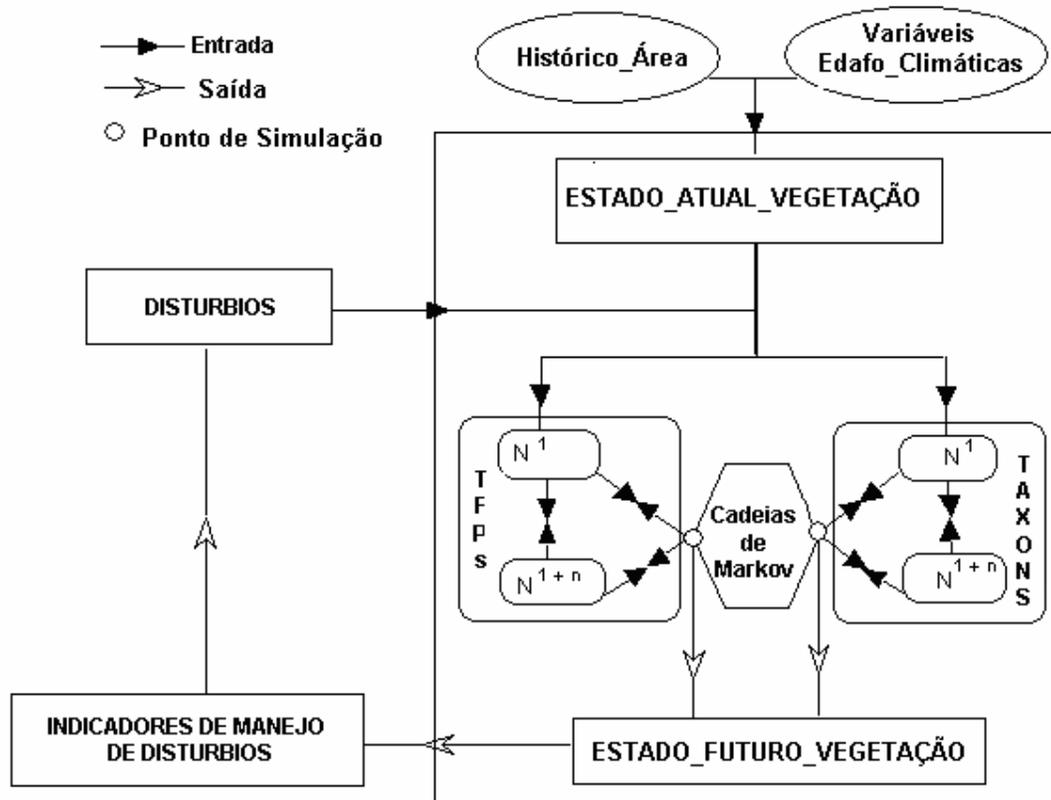


Figura 1 – Modelo teórico hipotético do Sistema Pastagens Naturais em estudo.

O modelo teórico (Figura 1) prevê que a partir da identificação da composição botânica atual de uma determinada área ou região, o monitoramento temporal das variáveis que representam sua constituição pode ser realizado, levando-se em consideração Táxons ou através da definição de Tipos Funcionais de Plantas (TFP) com potencial de predição das possíveis alterações temporais da composição. Sendo Cadeias de Markov a ferramenta a ser utilizada e validada como potencial instrumento de previsão de dinâmica de vegetação campestre. Estas pressuposições servem como base para construção e desenvolvimento dos Capítulos I e II desta tese.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Caracterização da área e da vegetação campestre

O Brasil é o principal país entre aqueles detentores de megadiversidade, possuindo entre 15 e 20% do número total de espécies vegetais da Terra. Gerir essa formidável riqueza demanda ação urgente, fundamentada em consciência conservacionista e espelhada em políticas públicas que representem as aspirações da sociedade (MMA, 2000).

No RS as formações campestres cobrem o equivalente a 46,6% da superfície do Estado (HASENACK *et al.*, 2007). O termo aqui referido como “Campos” se refere a um tipo de vegetação composta predominantemente por gramíneas e outras herbáceas, classificado como estepe no sistema fitogeográfico internacional (BILENCA e MIÑARRO, 2004), e que alimenta aproximadamente 65 milhões de ruminantes (BERRETA, 2001). A fisionomia predominante desses campos é herbácea, em relevo de planície com várias espécies de Poaceae, Asteraceae, Cyperaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Apiaceae e Verbenaceae (MMA, 2000).

As pastagens do Sul do Brasil permanecem como uma das regiões nas quais grande porção ainda é “insuficientemente conhecida” (GIULIETTI *et al.*, 2005). Estudos realizados avaliando a riqueza de espécies de plantas na região dos Campos apontam as famílias Asteraceae, Poaceae, Leguminosae e Cyperaceae, respectivamente com aproximadamente 600; 400 - 500; 250 e 200 espécies, números baseados em Boldrini (1997; 2002); Araújo (2003); Longhi-Wagner (2003); Matzenbacher (2003); Miotto e Waechter (2003).

Existe neste tipo de vegetação uma grande sazonalidade na produção de biomassa vegetal, determinada pelas variações climáticas interanuais e pela coexistência de espécies C₃ e C₄ adaptadas ao clima subtropical. Característica esta que distingue a vegetação desta região (sul do Brasil) de outras formações vegetais globais. Entre as plantas de crescimento estival predominam as espécies do grupo fotossintético C₄, enquanto que entre as plantas com crescimento hibernal há um predomínio das espécies do grupo C₃ (BERRETTA *et al.*, 2000; DEREGIBUS, 2000; NABINGER *et al.*, 2000, FONSECA *et al.*, 2006). A frequência de espécies C₃, de

maneira geral, é de 17% em relação ao total de espécies que compõem a pastagem, mas, em função do superpastoreio, são observadas apenas no início da estação fria (GOMES, 1996). O predomínio de espécies C₄ explica a maior produção de biomassa nas estações quentes do ano. As espécies C₄ interrompem seu crescimento 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).

Os campos da porção norte do RS fazem parte do domínio dos campos tropicais e subtropicais, enquanto que os do sul fazem parte do domínio dos campos temperados. Teixeira (1986), adotando uma classificação mundial de regiões fitoecológicas, situa a maior parte dos campos do RS como pertencentes às savanas (entremeados com arbustos ou árvores), enquanto os campos do sudoeste (Campanha) seriam classificados como estepe (vegetação campestre condicionada pelo frio do inverno e déficit hídrico do verão) e parte dos campos da Serra do Sudeste seriam classificados como savana estépica (com presença de plantas espinhosas, associadas a fatores climáticos e de solos). Estudos fitogeográficos e botânicos clássicos (LINDMAN, 1906; RAMBO, 1956) e trabalhos mais recentes sobre vegetação das pastagens naturais do Sul do Brasil (BOLDRINI, 1997; PILLAR e QUADROS, 1997; OVERBECK e PFADENHAUER, 2007), embora sem objetivos classificatórios, preferem se referir às formações pastoris no sul do Brasil simplesmente como *Campos*.

A pecuária extensiva constitui a principal atividade econômica na área, baseada principalmente em pastagens naturais. Este tipo de formação vegetal está exposto a vários tipos de ameaças, entre elas o estabelecimento de espécies exóticas, tanto para pastoreio quanto para florestamento, este utilizando especialmente espécies de *Pinus* e *Eucalyptus*, e a contínua expansão da fronteira agrícola (BILENCA e MIÑARRO, 2004). Dos 14.078 milhões de hectares (ha) de pastagens naturais em 1970, somente 10.524 milhões de ha restavam em 1996 (IBGE, 1996). Desde o último censo oficial tem havido uma forte supressão das pastagens naturais pelas lavouras anuais e estimativas recentes estimam que sua superfície esteja atualmente em torno de nove milhões de hectares, com perda de biodiversidade e de vários serviços prestados pelo ecossistema (CARVALHO, 2006).

De acordo com estudos realizados, apenas cerca de 35% da área do estado do RS tem seus solos classificados como classe I a III, ou seja, aptos para culturas

anuais intensivas, podendo atingir 50% com práticas de semeadura direta nos solos da classe IV (JACQUES e NABINGER, 2006). Resultados desastrosos de utilização de classes de solo com atividades agropecuárias não recomendadas podem ser observados nos Campos da região Centro-Oeste do RS, áreas em processo de arenização, também chamadas erroneamente de “desertos”.

2.1.1 A Região Fisiográfica Depressão Central e a Área em Estudo

A área de vegetação campestre em estudo está situada na Região Fisiográfica Depressão Central. Esta inclui uma faixa larga no sentido Leste-Oeste, na bacia do Jacuí e seus afluentes. Segundo Fortes (1959), sua área é de 31.778 km². O relevo é levemente ondulado. As altitudes são inferiores a 100 m, exceto nos tabuleiros, cuja altitude máxima está entre 250 e 300 m. O material de origem é bastante variado e relativamente pobre em nutrientes trocáveis. Ao longo dos rios são aluviões, na várzea ao Sul e Norte do Jacuí, arenitos. Nas áreas limítrofes entre a Serra Geral e a Serra do Sudeste aparecem siltitos, arenitos e folhelhos. Climaticamente a região é, juntamente com a Campanha, a zona mais quente do Estado, com precipitações em torno de 1600 mm.

Segundo Rambo (1956), a vegetação desta região divide-se em: vegetação campestre, silvática e palustre. A vegetação campestre refere-se aos campos mistos, com uma vegetação típica entre os campos grossos do Planalto e os campos finos da Campanha. A vegetação campestre é composta por plantas de porte cespitoso, herbáceas e arbustivas, com muitas espécies de compostas e de andropogôneas. As áreas pastejadas são caracterizadas pela dominância de *Paspalum notatum* Fl. no estrato inferior do topo das coxilhas. As espécies cespitosas principais são *Aristida jubata* (Arechav.) Herter e *Aristida laevis* (Nees) Kunth, encontradas em locais mais secos. Espécies de gramíneas hibernais (*Briza* spp, *Stipa* spp e *Piptochaetium* spp) são encontradas protegidas junto a touceiras de *Eryngium horridum* Malme, *Trachypogon montufari* (Kunth) Nees e outras espécies de gramíneas mais grosseiras. À medida que a umidade aumenta, surgem *Axonopus affinis* Chase e *Paspalum pumilum* Nees. Dentre as leguminosas *Desmodium incanum* DC. é a espécie mais comum (BOLDRINI, 1997).

Aspectos históricos relacionados, principalmente, ao clima e ao solo da área onde se encontra atualmente o Estado do RS são amplamente descritos por Quadros (1999), Behling *et al.* (2005; 2007) e Boldrini (2007).

2.2 O Fogo em Campos Naturais e Savanas

A manutenção da cobertura vegetal natural depende da capacidade das comunidades campestres em tolerar distúrbios naturais e/ou antrópicos (TRINDADE, 2003).

A fisionomia dos campos do RS vem sendo moldada pelas mudanças climáticas e efeitos antrópicos desde o final do Pleistoceno (PILLAR e QUADROS, 1997). Referências relevantes dos 10 mil anos que compreendem o Holoceno são as gradativas extinções de megaherbívoros que habitavam o Sul do Continente americano e a crescente ocupação da paisagem pelas populações dos caçadores hominídeos. Estudos paleopalinológicos recentes sugerem, com base na proporção de partículas de carvão, que o fogo era raro nos períodos glaciais, tornando-se mais freqüente a partir de 7400 anos antes do presente (BEHLING *et al.*, 2004) na região do Planalto Sul-Brasileiro ou desde o início do Holoceno na região mais a oeste no vale do rio Ibicuí (BEHLING *et al.*, 2005). A redução da pressão de herbivoria sobre esta paisagem campestre, aliada ao aquecimento do ambiente, conduziu a um processo importante de seleção de espécies competitivas e resilientes ao distúrbio de maior magnitude desta paisagem, o fogo.

Possivelmente esse fator de distúrbio tenha sido utilizado como uma ferramenta por caçadores nativos (KERN, 1994). Evoluiu, passando a ser utilizado como uma ferramenta de manejo muito freqüente entre os pecuaristas, empregada com o objetivo principal de “limpar” o campo, ou seja, manter a estrutura de Campo Limpo, sem espécies arbustivas (BOLDRINI, 1997).

Independente da origem das queimadas, o fato é que elas “acompanham” a vegetação campestre desde um longo período histórico, em diferentes partes do mundo (BOND e van WILGEN, 1996). O fogo tem sido usado no manejo de campos e savanas em todas as regiões tropicais e temperadas do mundo, com a premissa de limpeza da área e estímulo ao rebrote da vegetação (KAYLL, 1974). No Brasil, as queimas ocorrem praticamente em todo o território, motivadas por fatores locais. A

maioria das queimadas é provocada direta ou indiretamente pelo homem, quer para abrir novas fronteiras agrícolas, quer para obter pastagem fresca para o gado (COUTINHO, 1990).

A queima de campos do sul do país aparece como forma de manejo das pastagens, sendo amplamente difundida em Santa Catarina e no RS. O fogo vem sendo utilizado por tanto tempo nesta região que pode ser considerado uma questão cultural. Os maiores questionamentos que envolvem todo o processo relacionam-se à durabilidade do fenômeno, ou seja, se, em primeiro lugar, o aumento de nutrientes pela aceleração da mineralização dos nutrientes constituintes do material que entrou em combustão é real ou apenas instantâneo, e, em segundo lugar, se o ecossistema como um todo consegue manter-se em algum estado de equilíbrio (RHEINHEIMER *et al.*, 2003). A frequência de queimadas pode ser definida como a medida dos ciclos de queima (tempo médio para o fogo queimar uma área equivalente à área de interesse) ou do intervalo de fogo (tempo médio de retorno do fogo a uma área específica ou intervalo de recorrência do fogo) (BROOKS *et al.*, 2004).

Em geral, o fogo é considerado um fator chave que impede a expansão da floresta, sendo assim responsável para a manutenção da vegetação campestre (PILLAR, 2003). O uso do fogo para manejo do solo é controverso, e estudos científicos confiáveis sobre o impacto nas espécies (ou composição de tipos funcionais) e propriedades do solo são escassos. Entre eles podem ser citados:

- * queimadas no inverno ou início da primavera são conhecidos por diminuir a contribuição de gramíneas C₃, ou de estação fria, aumentando a de gramíneas C₄, de estação quente (LLORENSI e FRANK, 2004);

- * a prática comum de queimadas pode ser considerada contraproducente de um ponto de vista agrônomo, porque se favorecem as gramíneas C₄, portanto diminuindo a disponibilidade de forragem na estação fria (NABINGER *et al.*, 2000);

- * queimadas tendem a favorecer gramíneas cespitosas em detrimento de rizomatosas ou estoloníferas, o que usualmente não é um efeito desejado devido à baixa qualidade das gramíneas entouceiradas (JACQUES, 2003);

- * em geral, a maioria das espécies são adaptadas a frequentes (anualmente ou com reduzido número de anos) queimadas (QUADROS e PILLAR, 2001; OVERBECK e PFADENHAUER, 2007); embora, não existam estudos conclusivos sobre o efeito de diferentes estações de queimadas e diferenças entre tipos de vegetação;

* o fenômeno da queima não parece atuar de forma modificadora, ou se o faz, é por um período curto de tempo, havendo a tendência do restabelecimento das concentrações originais dos atributos químicos do solo avaliados a partir dos 90 dias após a queima (RHEINHEIMER *et al.*, 2003);

* no solo, o efeito mais expressivo ocorre sobre a matéria orgânica (MO). O efeito pode ser direto, pela queima em si da MO, ou indireto atuando sobre os organismos responsáveis pelo seu ciclo. Estes dois processos são regulados pela intensidade e temperatura que o fogo alcançará na superfície do solo. Estas características do fogo variam com o tipo de vegetação, textura e umidade do solo, conteúdo de MO, topografia, tempo da última queima e área queimada (SPAGNOLLO, 2004);

* Baretta *et al.* (2005) comparando a prática da queima tradicional do campo nativo com outras formas de manejo e atividades, na região de Lages-SC, concluíram que a queima não alterou o carbono orgânico total e carbono da biomassa microbiana, quando comparada com campo nativo sem queima ou em florestas de Pinus;

* na Depressão Central do RS, Pontelli *et al.* (2000) observaram com apenas uma queima, redução de 12 % no estoque de carbono de campo queimado e pastoreado, em relação ao campo apenas pastoreado. Segundo os mesmos autores, este decréscimo na MO pode comprometer consideravelmente os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, uma vez que ela regula a disponibilidade de água, a amplitude térmica, além de alterar a dinâmica de nutrientes.

A justificativa utilizada pelos pecuaristas para queimar os campos, é que além de eliminar as sobras de forragem de um ano para o outro, ela promove uma suposta melhoria na qualidade da forragem, decorrente do rebrote. Contrapondo a este fato, estudos sobre campo natural têm demonstrado que a queima reduz a qualidade da forragem e também a quantidade de nutrientes presentes na sua fitomassa (HERINGER, 2000);

A prática das queimadas em vegetação natural tem acompanhado o homem manejador de pastagens naturais há um longo tempo na escala evolutiva das civilizações. Atualmente a sua utilização é ilegal, mas amplamente utilizada, o que cria por si só, uma demanda científica no intuito de buscar as respostas confiáveis para a sustentabilidade destes Biomas.

2.3 O Pastejo e a Dinâmica da Vegetação

Após o fogo, o pastejo é o mais importante distúrbio da vegetação em termos de área e perda de biomassa (HUNTLY, 1991). Em regiões onde a disponibilidade hídrica não representa o recurso mais limitante, a disponibilidade de nutrientes, especialmente o nitrogênio, e a intensidade de remoção da biomassa produzida pelo pastejo ou fogo, são apontadas como os fatores mais importantes a direcionar a dinâmica vegetacional (DURU *et al.*, 1998; DÍAZ *et al.*, 2001; ANSQUER *et al.*, 2004).

A vegetação é inerentemente instável, podendo ser descrita como a relação de estados alternativos, podendo ser modificada por um conjunto específico de distúrbios (WESTOBY *et al.*, 1989). O pastejo provoca, a curto prazo, alterações no índice de área foliar e na quantidade de carbono fixado, e a longo prazo, modificações na composição botânica, estabelecendo um novo equilíbrio com espécies adaptadas às condições de manejo a que se encontra submetida a vegetação (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). Existe também um efeito de longo prazo, em que o pastejo modifica a composição botânica e, principalmente, a estrutura da vegetação (SOARES, 2002). A estrutura do pasto refere-se à distribuição e ao arranjo da parte aérea das plantas dentro de uma comunidade vegetal (LACA e LEMIRE, 2001), resultado de uma interação contínua entre a desfolha feita pelo animal e o crescimento da planta.

A compreensão atual do uso de oferta de forragem no manejo de pastagens é a de que ela seja utilizada como uma ferramenta condicionante da estrutura do pasto. Segundo Carvalho *et al.*, (2007) o conceito de oferta de forragem representou um avanço na pesquisa em forrageiras. O manejo das pastagens passou a atrelar a lotação animal a uma quantidade de forragem disponível na pastagem, melhorando a reprodutibilidade dos resultados, antes não observados com a utilização de taxas de lotação. Neste contexto, foram construídos boa parte dos recentes protocolos experimentais que objetivaram estudar o manejo das pastagens naturais no RS.

Além de mudanças na riqueza florística, ocorrem mudanças nos tipos específicos quando a pastagem é submetida a diferentes intensidades de desfolha. Plantas que estejam sujeitas à elevada taxa de herbivoria e persistem ou aumentam sob pastejo intenso, como ocorrem sob relvado, são definidas como tolerantes ao pastejo (ROSENTHAL e KOTANEN, 1994; BRISKE, 1996). As espécies

estoloníferas e anuais reduzem sua cobertura e freqüência à medida que é diminuída a intensidade de pastejo, sendo que as cespitosas apresentam comportamento inverso (BOLDRINI, 1993) e, em geral, as espécies de inverno da pastagem natural reduzem sua participação nas menores ofertas (CORRÊA e MARASCHIN, 1994). O gênero *Aristida*, por exemplo, é pouco interessante para produção animal em campo nativo, aumentando sua ocorrência quanto menor for à intensidade de pastejo (MILCHUNAS *et al.*, 1989; MOOJEN, 1991; BOLDRINI, 1993). 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.*, 1992; 2007).

O pastejo constante muitas vezes reduz o valor da forragem devido à depleção de algumas espécies e sua substituição por espécies não palatáveis (TOBLER *et al.*, 2003). Porém, em alguns pastos, herbívoros selvagens ou domésticos promovem o aumento de espécies mais nutritivas e palatáveis comparadas a situações de exclusão (CINGOLANI *et al.*, 2005).

De acordo com Nabinger (2006) a retirada de animais de um potreiro, chamado de diferimento ou veda, é uma prática que os próprios herbívoros selvagens o fazem, quando migram para outras regiões ou, até mesmo quando são condicionados a permanecer fora de certas áreas por determinados períodos do ano por condições que representem desconforto para os mesmos. Esta prática pode atender a vários objetivos, entre eles:

- * acumular forragem durante períodos favoráveis (primavera-verão) para utilizar no período desfavorável (inverno);

- * adequar a lotação em função da produção das pastagens naturais, ao construir áreas de reserva de forragem em pé, utilizando ofertas de forragem variáveis ao longo das estações do ano (SOARES, 2002);

- * permitir a ressemeadura de espécies nativas desejáveis das quais se tem interesse em que aumentem sua participação na pastagem;

- * em pastagens de utilização intensa, o diferimento possibilita às plantas perenes, um período de descanso que permite acúmulo de substâncias de reserva;

- * o descanso da pastagem determinará um acúmulo de MO e desenvolvimento de raízes, o que provoca a melhora da estrutura do solo.

O pastejo é um agente de distúrbio que, dependendo de sua intensidade e

frequência, pode causar profundas alterações na comunidade vegetal (HEITSCHMIDT e WALKER, 1997). 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). Já a exclusão de áreas ao pastejo, conduz a variações na estrutura da comunidade vegetal, afetando tanto riqueza como cobertura de espécies (BELSKY, 1992). Se analisarmos os efeitos do pastejo, em pastagens naturais de algumas regiões do RS, é possível perceber um comportamento previsível, como uma redução de espécies estoloníferas, rizomatosas, geófitas e terófitas e, aumento de gramíneas cespitosas, especialmente *Andropogon lateralis*, *Aristida* spp., *Erianthus angustifolius* Nees e *Schizachyrium* spp., com a redução da carga animal ou a exclusão do pastejo (POTT, 1974; GONÇALVES *et al.*, 1990; BOLDRINI e EGGERS, 1996).

2.4. Alternativas de Avaliação da Dinâmica Vegetacional

Para avaliar a dinâmica de vegetação, existem duas possibilidades (BOLDRINI, 1993): através de estudos na mesma área (amostras permanentes) ou através de comparação de áreas. O procedimento ideal para estudar a dinâmica de uma comunidade vegetal após um dado distúrbio é a observação da mesma em uma ou mais parcelas permanentes, em vários momentos do processo de regeneração (PILLAR *et al.*, 2002). Essa dinâmica também pode ser inferida, porém com certo grau de incerteza, a partir de cronosseqüências, ou seja, mediante observação de uma seqüência de parcelas de vegetação no espaço, desde que se pressuponha que o único fator de variação seja o tempo transcorrido após o distúrbio (WILDI e SCHÜTZ, 2000). De acordo com Focht e Pillar (2003) a descrição de comunidades delimitadas por quadrados permanentes localizados sobre gradientes ambientais, mais especificamente gradientes de relevo, é um dos caminhos para estudar os processos e fatores envolvidos na distribuição espacial de plantas e comunidades de plantas, os quais definem a fisionomia da vegetação.

A estrutura da vegetação é complexa e sua variação no tempo e no espaço é determinada pela multiplicidade de fatores complexos cujos efeitos e interações são

freqüentemente pouco entendidos (POORE, 1962). A complexidade dos sistemas naturais determina um comportamento não linear de respostas às mais variadas interações. Por esta razão, a análise de dados pela estatística convencional fischeriana, a qual pressupõe uma distribuição normal onde às respostas são lineares, nem sempre detectará alguns padrões de variação (ORLÓCI, 1993). Padrões de distribuição e associação no espaço abstrato são detectados através de análises multivariadas de classificação e ordenação (FRIEDEL, 1991; PILLAR, 1998). A base do método de análise multivariada é a medida de semelhança, que avalia objetivamente a similaridade ou dissimilaridade de um par de comunidades. Métodos de ordenação permitem obter uma síntese da variação observada em um espaço geométrico, abstrato, multidimensional, no qual os dados ecológicos podem ser empregados. A síntese obtida pode ser visualizada em diagramas de dispersão.

Se conhecermos o suficiente para prevermos as probabilidades de cada transição, poderemos tomar medidas de manejo que incentivem ou previnam esta, segundo as perspectivas ecológicas e econômicas de cada estado (QUADROS, 1999). Este conhecimento é de suma importância, já que se estima que a introdução de eqüinos e bovinos nos Campos Sulinos tenha ocorrido entre 1626 e 1628 (AMARAL, 1993; SEVERAL, 1995) e, ao longo deste processo de 380 anos de utilização deste ecossistema pastoril, não é a presença destes dois elementos de distúrbio (fogo e pastejo) que têm contribuído para a possível extinção de alguns importantes elementos de sua fauna e flora, mas a intensidade e freqüência com que têm sido utilizados pelo homem (QUADROS e PILLAR, 2001).

2.5 Outros Distúrbios

Um estudo tri-lateral entre o Brasil, Uruguai e Argentina (BILENCA e MIÑARRO, 2004) revelou que dois são os fenômenos mais preocupantes e ameaçadores a este importante recurso natural. Um deles é a expansão da fronteira agrícola, representada particularmente pelos cultivos agrícolas anuais como a soja, bem como pelo florestamento e o plantio/semeadura de pastagem. O outro é o excesso de lotação normalmente empregado no manejo das pastagens naturais (CARVALHO, 2006). A superfície das pastagens naturais do ecossistema Campos

tem decrescido a taxas de 3,6, 7,7 e 11,9 %, nas três últimas décadas, na Argentina, Uruguai e Brasil, respectivamente (BILENCA e MIÑARRO, 2004).

2.5.1 Florestamento

O cultivo de árvores exóticas tem recebido muitos incentivos de governos e indústrias privadas. Em 2005, as indústrias de celulose anunciaram investimentos, com objetivos de plantarem um milhão de ha de *Eucalyptus* spp. e *Acacia* spp. nos próximos anos. A área atual de cultivo de árvores no sul do Brasil é de cerca de 1,9 milhões de ha (IBGE, 2005).

Usualmente as plantações arbóreas não envolvem sistemas silvipastoris. Em sistemas silvopastoris existe um apreciável volume de informações sobre o assunto, em sua maioria elas referem-se principalmente as relações dinâmicas que ocorrem entre o componente arbóreo, o solo e os elementos climáticos, não avaliando nem o substrato forrageiro e nem a produção animal conseqüente (FONTANELI *et al.*, 2002). Em florestas plantadas em áreas de vegetação campestre, a contribuição da vegetação original à produção animal pode ser significativa nos primeiros anos pós-plantio, especialmente quando a vegetação herbácea das entre-linhas de plantio é preservada (PILLAR *et al.*, 2002). Silva (1998) avaliou o efeito de duas populações de eucalipto (*Eucalyptus saligna*): 1.666 e 833 árvores.ha⁻¹ e três pressões de pastejo: 6, 11 e 16 % do peso vivo. Na população alta, a partir de 1,5 anos de idade da floresta, não foi mais possível realizar pastejo, pois houve redução significativa da radiação solar fotossinteticamente ativa, transmitida no sub-bosque, a partir de 10 meses de idade da floresta com a maior densidade arbórea.

A intensidade de luz incidente sobre o estrato herbáceo se reduz com o desenvolvimento da floresta plantada. Plantas com fotossíntese C₄ podem ser consideradas menos adaptadas a ambientes sombreados do que as plantas C₃, devido ao alto requerimento em ATP (Adenosina tri-fosfato) no ciclo C₄ e à reduzida capacidade para explorar raios de luz sob o dossel de uma floresta (KRALL e PEARCY, 1993; SAGE *et al.*, 1999).

A composição de espécies em comunidades do estrato herbáceo sob floresta plantada com eucalipto está associada ao grau de sombreamento. Comunidades

localizadas em sítios menos sombreados tendem a ter maior cobertura com espécies C₄ e menor com espécies C₃, ao passo que comunidades sob um grau intermediário de sombreamento apresentam maior cobertura com espécies C₃ e menor com C₄. A diminuição da radiação incidente no estrato inferior, durante o desenvolvimento inicial do eucalipto, determina na vegetação campestre, a redução da cobertura com espécies C₄ e aumento com espécies C₃, mais tolerantes ao sombreamento (PILLAR *et al.*, 2002).

2.5.2 Uso de Herbicidas

O campo nativo é uma comunidade vegetal na qual coexistem diferentes espécies. As diferentes práticas de manejo (pastejo, queima, aplicação de herbicidas, entre outros) podem provocar alterações na comunidade favorecendo algumas espécies e prejudicando outras. Em função da composição botânica que apresentam as pastagens naturais, são realizados diferentes manejos com a finalidade de melhorar os níveis de produção forrageira e, conseqüentemente, a produção animal (PÉREZ GOMAR *et al.*, 2004a,b).

Quando comparados (fogo e pastejo) ao distúrbio causado por herbicidas, os quais possuem sua utilização mais recente, encontram-se na literatura alguns trabalhos de curta duração, com herbicidas específicos, mostrando o impacto destes de uma forma geral sobre áreas de vegetação nativa dos Campos, sendo observadas entre as principais considerações até o momento:

* PÉREZ GOMAR *et al.* (2004a,b), concluíram que a produção total de forragem não foi afetada, “apesar da substituição de gramíneas perenes por espécies anuais”, especialmente nas maiores doses de herbicidas sistêmicos e menores intervalos de aplicação;

* há eliminação de leguminosas até um ano após a aplicação, com controle quase total das espécies indesejáveis (PELLEGRINI *et al.*, 2005a,b).

* Gonzaga e Jacques (1990) observaram o controle das espécies indesejáveis (*Baccharis coridifolia*, *B. trimera*, *Eryngium horridum* e *Eupatorium buniifolium*), porém com danos severos ao campo natural. Berretta *et al.* (1997) afirmam que a

aplicação contínua em doses mais elevadas (4 L.ha⁻¹), ao longo dos anos, provoca a redução do número de espécies, havendo uma troca da composição botânica local;

* Travi (2003) observou um retorno das espécies naturais em menor diversidade de plantas que aquela original do campo natural, no primeiro e segundo anos, após o início dos tratamentos, sendo acrescentadas na diversidade espécies de pequeno porte sem interesse forrageiro;

* Rizo (2001) observou alteração da composição florística da pastagem, com substituição de espécies perenes como *Paspalum dilatatum* Poir. e *P. notatum* por espécies indesejáveis, como *Chaptalia nutans* (L.) Polak. e *Apium* spp.;

* Sorgatto (2002) concluiu que a participação de espécies perenes de ciclo estival, responsáveis pela maior contribuição para a produção de matéria seca (MS), foi reduzida ou desapareceu da pastagem, nos tratamentos com uso de glifosato.

Esta forma de distúrbio da vegetação é amplamente utilizada nos Campos do RS, atualmente, seja na introdução de espécies forrageiras exóticas, principalmente aquelas de ciclo hibernal; na tentativa de erradicação de espécies indesejáveis e não forrageiras (*Eryngium* spp, *Vernonia nudiflora*, *Bacharis trimera*, entre outras); ou mesmo na dessecação de áreas campestres com vistas a atividades agrícolas ou mais recentemente a silvicultura.

2.5.3 Pastagens Cultivadas

A intensificação de sistemas agrícolas tem levado ao aumento de áreas de pastagem cultivadas. Apesar da elevada produtividade e potencial forrageiro de várias espécies nativas, elas não tem sido exploradas comercialmente, sendo assim, as áreas de pastagens cultivadas são formadas principalmente usando espécies exóticas (NABINGER *et al.*, 2000). Os mesmos autores citam que em 1996, sete milhões de hectares na região sul do Brasil estavam cobertos por pastagens semeadas, principalmente com espécies exóticas. Importantes espécies de gramíneas cultivadas são, entre outras: *Axonopus jesuiticus* (Araujo) Valls; *P. notatum* var. *saurae* Parodi, ambas espécies nativas, e a exótica *Pennisetum americanum* K. Schum. ou *Urochloa* P. Beauv. spp. (*Brachiaria* (Trin.) Griseb. spp.) (espécies estivais), *Lolium multiflorum* Lam. e *Avena strigosa* Schreb. (espécies

hibernais), junto com algumas espécies de leguminosas exóticas. Essas espécies tem elevado valor forrageiro e, sua introdução em larga escala conduz a redução de áreas de pastagens naturais.

Nem todas as espécies forrageiras exóticas possuem efeitos econômicos positivos. *Eragrostis plana* Nees (Poaceae) é uma espécie africana, introduzida na década de 1950, comprovadamente de baixa palatabilidade e não satisfazendo a demanda nutricional do gado; contudo, ela se espalhou rapidamente na região devido à elevada produção sementes junto com efeitos alelopáticos. Atualmente, se estima que cerca de 400.000 ha no estado do RS já tenham sido invadidos por esta espécie, com impactos negativos sobre a diversidade da pastagem e a qualidade da forragem (MEDEIROS *et al.*, 2004). Esta espécie, em particular, ainda é pouco estudada quanto ao efeito alelopático causado sobre as demais espécies da vegetação nativa.

2.5.4 Culturas Anuais

Este tipo de ameaça pode ser particularmente grave, em função de que as pastagens mesmo que tenham capacidade para recuperar-se (ao menos em parte e até certo ponto) dos efeitos do sobrepastoreio ou da implantação de pastagens, isto já é praticamente impossível de obter-se quando as pastagens naturais são substituídas por cultivos anuais ou plantações florestais. Este fenômeno é comum a toda a região sul americana, sendo que ocorre com maior frequência e intensidade no Brasil (BILENCA e MIÑARRO, 2004).

Os cultivos anuais aumentaram em cinco milhões de hectares entre 1985 e 1995-1996, estimando-se que a soja tenha ocupado próximo de 250.000 ha de pastagens naturais na região do Bioma Campos somente em 2002 (CARVALHO *et al.*, 2006).

Esta ameaça pode ser descrita como uma “caixa preta” pois, entre os manejos adotados pelos produtores para a introdução das culturas anuais estão a correção do pH e o revolvimento do solo, a sucessão de dessecações da vegetação nativa, entre outros, os quais propiciarão uma dinâmica da vegetação ainda pouco conhecida. De acordo com o estudo realizado por Favreto *et al.* (2007) em apenas

2,5 anos de cultivo com preparo reduzido ou convencional, a vegetação nativa original foi completamente alterada, quando comparada as das áreas de campo nativo das proximidades dessas.

Uma situação concreta e desastrosa, em alguns casos, em relação à agricultura em vegetação nativa do RS, é o processo de arenização do sudoeste do Estado. Considerado como um fenômeno natural, ele tem aumentado fortemente a partir da metade do século XX. Práticas agrícolas não sustentáveis, como o preparo inadequado do solo e o superpastejo, têm contribuído para aumentar a taxa na qual o processo avança, atingindo 5.200 ha em dez diferentes micro-regiões (SUERTEGARAY *et al.*, 2001). A arenização pode ser prevenida pelo uso adequado dos campos que mantenha a cobertura vegetal natural protegendo o solo dos processos erosivos, hídrico e eólico (TRINDADE, 2003).

2.6 Atributos e Grupos de Tipos Funcionais de Plantas

Com o desenvolvimento da fitossociologia no início do século XX, a descrição de comunidades com base em espécies consolidou-se em um sistema de classificação predominante (BRAUN-BLANQUET, 1964).

O manejo ou estudo da dinâmica vegetacional baseado em unidades taxonômicas tem sua aplicabilidade há um tipo específico ou a regiões específicas, que possuam floras semelhantes. Isto faz o nível de espécies não apropriado para uma análise comparativa da vegetação entre regiões geográficas ou entre diferentes habitats dentro da mesma região geográfica (PILLAR e ORLÓCI, 1993). Integração e comparação de respostas da comunidade observadas em distintas regiões, e sua extrapolação para prever respostas de plantas em novas situações, requerem uma transformação para um nível mais geral do que espécies. Em regiões com uma rica e imperfeitamente conhecida flora, o nível de espécies pode ser problemático até mesmo para observações primárias de resposta. Portanto, há uma crescente necessidade para entender e prever respostas de plantas para diferentes fatores de manejo da paisagem em termos de atributos de plantas que sejam facilmente medidos e ao mesmo tempo ecologicamente significativos (DÍAZ e CABIDO, 1997; LAVOREL *et al.*, 1997; WESTOBY, 1998; HODGSON *et al.*, 1999; WEIHER *et al.*, 1999; DÍAZ *et al.*, 2001).

As pastagens pampeanas formam uma complexa mescla de diferentes tipos adaptativos que se desenvolveram em um ambiente sujeito a numerosas pressões de seleção, como: uma oferta pluviométrica variável, fogo, pastejo, pisoteio, entre outros, tendo desenvolvido atributos como resposta de adaptação (BILENCA e MIÑARRO, 2004).

Tipos Funcionais de Plantas (TFP) tem sido usados como uma alternativa à tradicional análise taxonômica das comunidades (GRIME, 1979; PILLAR e ORLÓCI, 1993; GITAY e NOBLE, 1997) em estudos sob impacto de pastejo (LAVOREL *et al.*, 1997; McINTYRE e LAVOREL, 2001; RODRÍGUEZ *et al.*, 2003; CINGOLANI *et al.*, 2005), impacto de fogo (BRADSTOCK e KENNY, 2003; KEITH *et al.*, 2007), em ambos distúrbios (PAUSAS e LAVOREL, 2003) ou mesmo avaliando padrões de distribuição de espécies versus TFP (COUSINS e LINDBORG, 2004). Isto tem gerado uma importante simplificação da composição da vegetação (LAVOREL *et al.*, 2007). Respostas em termos de tipos funcionais (TF) podem ser mais facilmente aplicáveis a outras condições, pois não são limitadas às espécies que ocorrem na região de estudo (PILLAR, 1999). Como exemplo disto, podem ser citados os ecossistemas em regiões áridas e semi-áridas do mundo, que segundo Aguiar *et al.*, (1996) diferem substancialmente na composição de espécies, mas não nos tipos de formas de crescimento.

TFP são entendidos como grupos de espécies com atributos biológicos semelhantes e que apresentam condições ótimas ao longo de um gradiente de intensidade de distúrbios ou de disponibilidade de recursos (PILLAR e ORLÓCI, 1993; BOX, 1996; KLEYER, 1999), conferindo diferentes oportunidades de produção animal conforme o manejo adotado. Propiciam uma leitura simplificada da vegetação onde cada grupo corresponde a um conjunto de espécies, que não estão necessariamente aparentadas, mas que cumpram a mesma função no ecossistema da pastagem, compartilhando valores comuns de atributos biológicos (THEAU *et al.*, 2004). Além do mais, permitem uma percepção mais nítida da associação entre vegetação e ambiente (PILLAR e SOSINSKI Jr., 2003).

A identificação de tipos de plantas e atributos que explicam e predizem a resposta de espécies e comunidades à intensidade de pastejo são uma das principais ferramentas no manejo de sistemas pastoris (DÍAZ *et al.*, 2001). Tem sido propostos como uma maneira para comparar taxonomicamente distintas floras por resumirem a complexidade de espécies e populações em uns poucos grupos

relevantes para o funcionamento dos ecossistemas, sendo as espécies agrupadas de acordo com respostas comuns ao meio e/ou efeitos comuns sobre processos do ecossistema (GITAY e NOBLE, 1997; LAVOREL e GARNIER, 2002).

A diversidade funcional, leva em conta características morfológicas e fisiológicas que agrupam indivíduos com características comuns. A descrição da diversidade funcional permite passar de uma abordagem descritiva da vegetação, baseada na identificação de espécies, a uma abordagem funcional, fundada nas características morfológicas ou ecofisiológicas, permitindo reagrupar as espécies que apresentam as mesmas características ou traços funcionais (WEIHER *et al.*, 1999; SOSINSKI Jr. e PILLAR, 2004; DURU *et al.*, 2005).

A forma analítica de selecionar os atributos (PILLAR e ORLÓCI, 1993; PILLAR, 1999) é baseada na maximização da congruência entre a variação da vegetação descrita por TF e a variação ambiental. Partindo-se da matriz de s espécies por k atributos, pré-selecionados, uma matriz de abundância de s populações (que podem ser espécies) por n unidades amostrais e outra de p variáveis ambientais por n unidades amostrais, com o uso de um algoritmo recursivo, pode-se determinar a seqüência ótima dos atributos e sua relevância ecológica. Baseado neste esquema analítico quantitativo é possível derivar um subconjunto ótimo de atributos, definindo TF (SOSINSKI Jr. e PILLAR, 2004).

O estudo de comunidades vegetais na América do Sul e, principalmente na região dos Campos Sulinos do Brasil, com base em TF-TFP, tem antecedentes em Pillar e Orlóci, 1993; Boggiano, 1995; Quadros, 1999; Sosinski Jr, 2000; Pillar *et al.*; 2002; Castilhos, 2002; Sosinski Jr. e Pillar, 2004; Santos *et al.*, 2006; Quadros *et al.*, 2006, Garagorry, 2008; sendo determinados atributos de resposta da vegetação quando submetida a distúrbios, entre eles, pastejo e fogo.

Em comunidades de plantas, a maneira proposta a ser utilizada é uma lista comum de atributos chaves, que sejam realmente funcionais (PILLAR, 2000), sendo obtidos de metodologia padronizada (WESTOBY, 1998; WEIHER *et al.*, 1999; LAVOREL e GARNIER, 2002; CORNELISSEN *et al.*, 2003). Dentre os diversos atributos propostos para a formação destes grupos, o teor de matéria seca das lâminas foliares verdes e a superfície foliar específica de gramíneas tem se destacado por seu caráter funcional (QUADROS *et al.*, 2006).

São pontos positivos a favor da família botânica Poaceae: contam com aproximadamente 10.000 espécies agrupadas em cerca de 800 gêneros,

compreendendo um dos grupos de plantas vasculares mais diversos da Terra (WATSON e DALLWITZ, 1992); contam com representantes em praticamente todos os locais do planeta e, adquirem em muitos casos um carácter homogêneo e contínuo.

A biodiversidade das pastagens naturais sulbrasileiras é amplamente reconhecida, em seus aspectos florísticos ou seu potencial produtivo (NABINGER, 2002). Dentre o conjunto das espécies componentes desta biodiversidade, as gramíneas se destacam por contribuírem com a maior porção da biomassa aérea disponível entre (60 e 80 % do total). A região dos Pampas e Campos constitui uma das áreas de maior riqueza de espécies de gramíneas no mundo. Uma análise das floras da Província de Buenos Aires (CABRERA, 1971), de Entre Ríos (BURKART, 1969) e das gramíneas do Uruguai (ROSENGURTT *et al.*, 1970) contabilizaram 553 espécies diferentes de gramíneas, incluindo tanto espécies nativas como naturalizadas, muitas das quais são endêmicas (BURKART, 1975). Nabinger *et al.* (2000) comentam que nos campos subtropicais e temperados do sul do Brasil, incluindo os estados do RS, SC e PR existem mais de 800 espécies diferentes de gramíneas, enquanto Boldrini (1997) registrou 450 espécies de gramíneas.

A construção de uma tipologia das pastagens naturais baseada em TF de gramíneas seria uma alternativa a ser implementada a partir de um reconhecimento limitado a um grupo de cinco a 10 espécies, sobre uma avaliação “*in loco*” ou a partir de uma base de dados desenvolvida sobre os principais tipos fisionômico-florísticos reconhecidos (QUADROS *et al.*, 2006).

Estudos de padrões de distribuição espacial e temporal de espécies e TF permitem avaliar a dinâmica das comunidades vegetais em um dado local. Padrões são determinados por fatores intrínsecos às comunidades, tais como formas de dispersão, de crescimento e de regeneração e mecanismos de competição, associados a fatores ambientais, como solo, clima, herbivoria e ação antrópica. Estudos de dinâmica da vegetação revelam, também, processos de substituição de populações, que podem ser observados no espaço (zonação) e no tempo, em diferentes escalas (ORLÓCI, 1993; PILLAR, 1998).

2.7 Modelagem de Sistemas

A vegetação campestre não é estável, estando em contínuo processo de mudança. No início da colonização, com a existência de grandes fazendas sem divisões, o gado pastava livremente em grandes extensões, numa lotação tão baixa que pouco efeito tinha sobre a vegetação. Nesta situação, segundo Nabinger (1980) as associações vegetais eram um verdadeiro clímax, onde a vegetação era constituída predominantemente por poucas espécies que caracterizavam grandes áreas, como por exemplo, o capim caninha (*Andropogon lateralis* Nees) na Depressão Central, a barba de bode (*Aristida jubata* (Arech.) Herter) no Planalto, o capim limão (*Elyonurus* spp.) nas Missões, o capim forquilha (*Paspalum notatum* Flügge) na Campanha. A subdivisão das invernadas, e o conseqüente aumento das lotações, uso do fogo e outros fatores conjugados foram ocasionando transformações na flora, conduzindo à vegetação do tipo “gramado ou potreiro” (LINDMAN e FERRI, 1974) que representa um disclímax.

Este processo de sucessão pode ser simulado? A modelagem de sistemas ecológicos tem experimentado sucessos e falhas na aplicação de uma variedade de teorias e métodos desenvolvidos a partir de pesquisas multidisciplinares em complexidade (WU e MARCEAU, 2002). Sistemas ecológicos são complexos não somente por ter inúmeros componentes, como pelas várias formas de interação dos mesmos em diferentes níveis de organização (TAINTON *et al.*, 1996). Inúmeros fatores permitem a emergência de propriedades que não podem ser explicadas simplesmente pela soma dos efeitos isolados de cada fator (BLANCO, 2004).

Modelos recentemente elaborados para descrever os possíveis cenários de distribuição da biodiversidade para o ano 2100 (SALA *et al.*, 2000) assinalam as pastagens naturais como o tipo de ecossistema que experimentará globalmente a maior proporção de trocas, como conseqüência de transformações do uso da terra e de mudanças climáticas, entre os principais fatores envolvidos.

2.7.1 Modelos

Os modelos podem ser classificados em três categorias (FIALHO, 1999):

- a) Físicos – representam uma visão, normalmente em menor escala que o original, de um objeto ou sistema;
- b) Conceituais ou teóricos – descrevem o sistema e/ou o seu comportamento através de teorias e ou representações gráficas;
- c) Matemáticos – utilizam equações e inequações para representar e/ou descrever o sistema, estimando o seu comportamento face aos dados de entrada.

Os sistemas são estruturas autônomas e complexas, que apresentam limites (determinados pelas interações entre os seus componentes) e processos que ocorrem no seu interior (BARIONI *et al.*, 2002). A complexidade do sistema é determinada pela quantidade de níveis de organização do mesmo, que são identificados pela emergência de propriedades que não existiam no nível de organização imediatamente inferior ou contíguo ao estudado (LOVATTO, 2002).

Medeiros (2003) cita que os modelos matemáticos podem também ser classificados quanto ao tipo de equações que os constituem (lineares e não lineares), ao grau de explicação dos fenômenos que estimam ou descrevem (empíricos ou mecanistas), à forma com que tratam as mudanças ocorridas em relação ao tempo físico (dinâmicos ou estáticos), e ao tratamento estatístico de suas variáveis e dos seus parâmetros (estocásticos ou deterministas).

Um modelo é constituído de pelo menos três elementos: variáveis, relacionamentos e processos. Ao se construir um modelo, dependendo do objetivo, pode-se dar ênfase a um ou outro destes elementos (LAMBIN, 1994).

Segundo Steyaert (1993) os modelos podem ser classificados genericamente em três grupos: escala ou réplica, conceitual e matemático. Os modelos conceituais modelam processos através da construção de blocos diagramas que mostram o sistema principal, processos e inter-relações qualitativas entre os subsistemas.

Apesar da complexidade do tema, modelos estocásticos podem empiricamente descrever e prever mudanças sob a composição e abundância de espécies, reduzindo custos e trabalho por eximir-se de medidas de um grande número de fatores (BALZTER, 2000).

2.7.2 Cadeias de Markov

Uma ampla faixa de modelos tem sido desenvolvida para aplicação a dados de vegetação. Cadeias de Markov são processos estocásticos, e podem ser parametrizados empiricamente por estimativas de probabilidade de transição entre estados discretos sob um sistema observado. Uma pastagem é caracterizada por uma variedade de fatores interagindo, relacionando inter e intraespecífica competição, herbivoria, intempéries e propriedades do solo. Por causa da grande soma de importantes fatores potenciais e suas interações influenciando a dinâmica de pastagens, torna-se muito difícil a construção de modelos determinísticos (BALZTER, 2000).

Cadeias de Markov são modelos de matrizes estocásticas onde o futuro do estado do sistema pode ser predito do conhecimento de estados prévios e a matriz de transição (FELLER, 1957). Este modelo corresponde a bem conhecida Teoria da Sucessão de Clements (CLEMENTS, 1916) e resume nossa crença intuitiva, ou desejo eventual, que sistemas ecológicos devam progredir em direção ao mesmo estado estável (“climax” de Clements) indiferente da condição inicial (ANAND, 2000).

Uma cadeia de Markov é definida como um processo estocástico com variáveis de estado discretas e um parâmetro de tempo discreto ou contínuo. Em estudos de sucessão vegetal, o tempo é considerado o critério de ordenação, como um parâmetro discreto, e as variáveis de estado são os estados da vegetação em ordem cronológica ($U_1, U_2, U_3, \dots, U_n$), descritos por um conjunto de n registros da vegetação ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$), como a composição fitossociológica de um determinado sítio. Os dados de vegetação podem ser obtidos de repetidas avaliações do mesmo sítio, ou única avaliação de diferentes sítios num mesmo tempo discreto. Neste trabalho, os registros de vegetação são registros da composição botânica (unidades taxonômicas) e de TFP de determinados sítios da paisagem em diferentes momentos (levantamentos que representam tempos discretos “L”).

A aplicabilidade dos modelos de cadeias de Markov está na vantagem de agregar informações muito complexas numa matriz de transição, permitindo que os ecossistemas sejam examinados mesmo que os seus processos não sejam

completamente entendidos. Contudo, as previsões das cadeias de Markov são atenuadas em comparação às observadas e, por isso, mudanças abruptas em comunidades vegetais (como distúrbios ou eventos climáticos não usuais) são particularmente difíceis de serem modeladas. Não obstante, independentemente da natureza complexa da dinâmica sucessional em estudo, é possível o alcance de boas previsões utilizando-se modelos markovianos, mesmo em comunidades campestres, com sua conhecida variedade de fatores e interações (BALZTER, 2000).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, M.R. *et al.* Ecosystem responses to changes in plant functional type composition: An example from the Patagonian steppe. **Journal of Vegetation Science**, v.7, p:381-390, 1996.

AMARAL, A.F. **As três sagas de uma longa história**. Porto Alegre: Martins Livreiro, 1993. 243p.

ANAND, M. The fundamentals of vegetation change: complexity rules. **Acta Biotheoretica**, v.48, p.1-14, 2000.

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.

ARAÚJO, A.C. Cyperaceae nos Campos sul-brasileiros. In: Congresso Nacional de Botânica, 54, 2003. **Anais...** Belém: Sociedade Botânica do Brasil, p.127-130. 2003.

BALZTER, H. Markov chain models for vegetation dynamics. **Ecological Modelling**, v.126, p.139-154, 2000.

BARETTA, D. *et al.* Efeito do Monocultivo de Pinus e da Queima do Campo Nativo em Atributos Biológicos do Solo no Planalto Sul Catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.715-724, 2005.

BARIONI, L.G.; VELOSO, R.F.; MARTHA JUNIOR, G.B. Modelos de tomada de decisão para produtores de ovinos e bovinos de corte. In: EVERLING, D.M. *et al.* (Ed.) Modelos para a tomada de decisões na produção de bovinos e ovinos, Santa Maria, 2002. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2002. p.5-58.

BEHLING, H. *et al.* Late Quaternary Araucaria forest, grassland (campos), fire and climate dynamics, studied by high resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambará do Sul core in southern Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v.203, p.277-297, 2004.

BEHLING, H.; PILLAR, V.D.P.; 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**, 133: 235–248, 2005.

BEHLING, H. *et al.* Late-Holocene fire history in a forest-grassland mosaic in southern Brazil: Implications for conservation. **Applied Vegetation Science**, v.10, p.81-90, 2007.

BELSKY, A.J. Effects of grazing, competition, disturbance and fire on species composition and diversity in grassland communities. **Journal of Vegetation Science**, v.3, p.187-200, 1992.

BERRETTA, E.J.; MARCHESI, C.G.; PÉREZ GOMAR, E. Evolución de la vegetación de um campo natural sobre suelo arenoso luego de tres años de siembra directa. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa CNPT, 1997. p.285-287.

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

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.

BLANCO, C.C. **Reconstrução da dinâmica de curta duração em vegetação campestre sob pastejo, com base em tipos funcionais**. 2004. 113f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

BOGGIANO, P.R. **Relações entre estrutura da vegetação e pastejo seletivo de bovinos em campo natural**. 1995. 150f. Dissertação (Mestrado – Plantas Forrageiras) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

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.

_____. **Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional**. Boletim do Instituto de Biociências/UFRGS. n.56, 39p. 1997.

_____. Campos Sulinos: caracterização e biodiversidade. In E. D. L. Araújo, *et al.* (Eds.). Biodiversidade, conservação e uso sustentável da Flora do Brasil. **Anais...** Recife: 2002. p.95-97.

_____. Formações campestres no sul do Brasil: origem, histórico e modificadores. SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL. Ênfase: Sustentabilidade Produtiva do Bioma Pampa, 2, 2007. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS. p.7-13. 2007.

BOLDRINI, I.I.; EGGERS, L. Vegetação campestre do sul do Brasil: resposta e dinâmica de espécies à exclusão. **Acta Botânica Brasilica**, v.10, p.37-50, 1996.

BOND, W.J.; van WILGEN, B.W. **'Fire and plants'**. (Chapman & Hall: London, UK), 1996.

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

BRADSTOCK, R.A.; KENNY, B.J. An application of plant functional types to fire management in a conservation reserve in southeastern Australia. **Journal of Vegetation Science**, v.14, p.345-354, 2003.

BRAUN-BLANQUET. **Fitosociología: bases para el estudio de las comunidades**

vegetales. 3.ed. rev. aum. Madrid: Blume, 1964. 819p.

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.

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

BURKART, A. 1969. **Flora ilustrada de Entre Ríos (Argentina)**. Parte II: Gramíneas. Buenos Aires: Colección científica del INTA, 1969.

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

CABRERA, A.L. **Regiones fitogeográficas argentinas**. Acme, Buenos Aires. 1971.

CARVALHO, P.C.F. *et al.* Produção Animal no Bioma Campos Sulinos. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 35, n. Supl. Esp., p.156-202, 2006.

CARVALHO, P.C.F. Access to land, livestock production and ecosystem conservation in the Brazilian Campos biome: the natural grasslands dilemma. In: International Conference on Agrarian Reform and Rural Development. FAO, **Proceedings...** 2006. Disponível em www.fao.org/icarrd. Acesso em 10 de abril de 2007.

CARVALHO, P.C.F.; SANTOS, D.T.; NEVES, F.P. Oferta de forragem como condicionadora da estrutura do pasto e do desempenho animal. SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL. Ênfase: Sustentabilidade Produtiva do Bioma Pampa, 2, 2007. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS. p.23-59. 2007.

CASTILHOS, Z.M.S. **Dinâmica vegetacional e tipos funcionais em áreas excluídas e pastejadas sob diferentes condições iniciais de adubação**. 2002. 103f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

CINGOLANI, A.M.; POSSE, G.; COLLANTES, M.B. Plant functional traits, herbivore selectivity and response to sheep grazing in Patagonian steppe grassland. **Journal of Applied Ecology**, v.42, p.50-59, 2005.

CLEMENTS, F.E. **Plant succession. An analysis of the development of vegetation**. Carnegia Institution, Washington, Publ. n.242, 1916.

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.

- COUSINS, S.A.O.; LINDBORG, R. Assessing changes in plant distribution patterns – indicator species versus plant functional types. **Ecological Indicators**, v. 4, p.17-27. 2004.
- COUTINHO, L.M. O cerrado e a ecologia do fogo. **Ciência Hoje**, v.12, n.68, p.22-30, 1990.
- DEREGIBUS, V.A. Argentina's humid grazing lands. In: LEMAIRE, G. *et al.* (ed). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Cambridge: CABI Publishing, 2000. p.395-405.
- DÍAZ, S.; ACOSTA, A; CABIDO, M Morphological analysis of herbaceous communities under different grazing regimes. **Journal of Vegetation Science**, v.3, p.689-696, 1992.
- DÍAZ, S.; CABIDO, M. Plant functional types and ecosystem function in relation to global change. **Journal of Vegetation Science**, v.8, n.4, p.463-474, 1997.
- 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 *et al.* Plant trait responses to grazing – a global synthesis. **Global Change Biology**, v.13, p.313-341, 2007.
- 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**, v.3, n.2, p.125-138, 2005.
- FAVRETO, R. *et al.* Vegetação espontânea em lavoura sob diferentes manejos estabelecida sobre campo natural. **Iheringia**, Série Botânica, v.62, n.1, p.5-17, 2007.
- FELLER, W. **An introduction to probability theory and its applications**. Wiley, New York, 1957.
- FIALHO, F.B. Sistemas de apoio à decisão na produção de suínos e aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. p.307-317.
- FOCHT, T.; PILLAR, V.D. Spatial patterns and relations with site factors in a campos grassland under grazing. **Brazilian Journal of Biology**, v.63, p.423-436, 2003.
- 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.
- FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; SAIBRO, J.C. Sistemas mistos: integração agricultura e pecuária no Rio Grande do Sul, Brasil. In: Reunión de Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur Zona Campos, 19, 2002. **Anais...** Mercedes: INTA, p.52-59, 2002.

FORTES, A.B. **Geografia física do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Editora Globo.1959. 393p.

FRIEDEL, M.H. Range condition assessment and the concept of thresholds: A viewpoint. **Journal of Range Management**, v.44, p.422-426, 1991.

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

GITAY, H.; NOBLE, I.R. What are functional types and how should we seek them? In: **Plant Functional Types**. Their Relavance to Ecosystem Properties and Global Change (eds T.M. Smith, H.H. Shugart & F.I. Woodward), p.3-19. Cambridge University Press, Cambridge. 1997.

GIULIETTI, A.M. *et al.* Biodiversity and conservation of plants in Brazil. *Conservation Biology*, v.19, n.3, p.632-639, 2005.

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, J.O.N.; GIRARDI-DEIRO, A.M.; GONZAGA, S.S. **Evolução da vegetação de um campo natural (excluído e pastejado) e auto-ecologia de plantas indesejáveis**. Bagé: EMBRAPA/CNPO, 1990. 26p. (Boletim de Pesquisa, 15).

GONZAGA, S.S.; JACQUES, A.V.A. Avaliação de pastagem natural sob diferentes intensidades de pastejo com a introdução de trevo, ceifa e queima. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.11, p.1529-1535, 1990.

GRIME, J.P. **Plant strategies and vegetation processes**. Chichester: John Wiley, 1979. 203p.

HASENACK, H.; CORDEIRO, J.L.P.; COSTA, B.S.C. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL. Ênfase: Sustentabilidade Produtiva do Bioma Pampa, 2, 2007. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS. p.15-21. 2007.

HEITSCHMIDT, R.K.; WALKER, J.W. Grazing management: Tecnology for sustaining rangeland ecosystems? In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p.303-331.

HERINGER, I. **Efeito do fogo por longo período e de alternativas de manejo sobre o solo e a vegetação de uma pastagem natural**. 2000. 208f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

HODGSON, J.G. *et al.* Allocationg C-S-R plant functional types: a soft approach to a hard

problem. **Oikos**, v.85, p.282-294, 1999.

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, 1996. Censo Agropecuário de 1995-1996: Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/ibge/estatistica/agropecuaria/censoagro/43/utiliza.shtm>. Acesso em 20 jan. de 2006.

IBGE_ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2005. Censo Agropecuário. Disponível em: <http://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em 10 dez. de 2006.

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

JACQUES, A.V.A.; NABINGER, C. O Ecossistema 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.

KAYLL, A.J. Use of fire in land management. In. KOLZLOWSKI, T.T. e AHLGREN, C.E. **Fire and ecosystems**. Academic Press, 1974. p.483-511.

KEITH, D.A. *et al.* Plant functional types can predict decade-scale changes in fire-prone vegetation. **Journal of Ecology**, v. 95, p.1324-1337, 2007.

KERN, A.A. **Antecedentes Indígenas**. Editora da Universidade, Porto Alegre, 1994.

KLEYER, M. Distribution of plant functional types along gradients of disturbance intensity and resource supply in agricultural landscape. **Journal of Vegetation Science**, v.10, p.697-708. 1999.

KRALL, J. P.; PEARCY, R.W. Concurrent measurements of oxygen and carbon-dioxide exchange during lightflecks in maize (*Zea mays* L.). **Plant Physiology**, v.103, n.3, p.823-828, 1993.

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.

LAMBIN, E.F., Modelling deforestation processes (A Review), Tropical ecosystem environment observations by satellites, TREES series B: Research Report n°1, EUR15744EN, p.45-101, 1994.

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.

LAVOREL, S. *et al.* Plant functional classifications: from general groups to specific groups based on response to disturbance. **Trends in Ecology and Evolution**, v.12, p.474–478, 1997.

LAVOREL, S. *et al.* Plant functional types: are we getting any closer to the Holy Grail? In: CANADELL, J.G. *et al.* (Eds). **Terrestrial ecosystems in a changing world**. Heidelberg: Springer, 2007. p.149-164.

LEMAIRE, G., CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: THE ECOLOGY AND MANAGEMENT OF GRAZING SYSTEMS. Walingford, UK CAB International, p.3-36, 1996.

LINDMAN, C.A.M. **A vegetação do Rio Grande do Sul (Brasil Austral)**. Porto Alegre. Livraria Universal, 1906. 231p.

LINDMAN C.A.M.; FERRI, M.G. **A vegetação do Rio Grande do Sul**. São Paulo: Ed. da Universidade. 1974. 377p.

LLORENS, E.M.; FRANK, E.O. El fuego en la provincia de La Pampa. In: Kunst, C. *et al.* (eds). **Fuego em los Ecosistemas Argentinos**. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária. Santiago del Estero, p.259-268, 2004.

LONGHI-WAGNER, H.M. Diversidade florística dos campos sul-brasileiros: Poaceae. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 54, 2003. **Anais...** Belém: Sociedade Botânica do Brasil, 2003, p.117-120.

LOVATTO, P.A. Premissas básicas para o desenvolvimento de modelos na agricultura. In: EVERLING, D.M. *et al.* (Ed.) Modelos para a tomada de decisões na produção de bovinos e ovinos, Santa Maria, 2002. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2002, p.09-36.

MATZENBACHER, N.I. Diversidade florística dos Campos sul-brasileiros: Asteraceae. In: Congresso Nacional de Botânica, 54, 2003. **Anais...** Belém: Sociedade Botânica do Brasil, p.124-127. 2003.

McINTYRE, S.; LAVOREL, S. Livestock grazing in subtropical pastures: steps in the analysis of attribute response and plant functional types. **Journal of Ecology**, v.89, p.209-226, 2001.

MEDEIROS, H.R. **Avaliação de modelos matemáticos desenvolvidos para auxiliar a tomada de decisão em sistemas de produção de ruminantes em pastagens**. 2003. 98f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, Piracicaba, 2003.

MEDEIROS, R.B.; PILLAR, V.P.; REIS, J.C.L. **Expansão de Eragrostis plana Nees. (Capim Annoni-2) no Rio Grande do Sul e indicativos de controle**. Reunión del grupo técnico regional del Cono Sur em mejoramiento y utilización de los recursos forrajeros del área tropical y subtropical. Grupo Campos, 20, v.1, Salto, p.208-211, 2004.

MILCHUNAS, D.G. *et al.* Effects of grazing, topography, and precipitation on the structure of a semiarid grassland. **Vegetatio**, v.80, p.11-23, 1989.

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.

MIOTTO, S.T.S.; WAECHTER, J.L. Diversidade Florística dos Campos sul-brasileiros: Fabaceae. In: Congresso Nacional de Botânica, 54, 2003. **Anais...** Belém: Sociedade Botânica do Brasil, p.121-124, 2003.

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.

MOOJEN, E.L. **Dinâmica e potencial produtivo de uma pastagem natural do Rio Grande do Sul submetida a pressões de pastejo, épocas de diferimento e níveis de adubação**. 1991. 172f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1991.

NABINGER, C. Técnicas de melhoramento de pastagens naturais no Rio Grande do Sul. in: Seminário Sobre Pastagens: “de que pastagens necessitamos”. **Anais...** Porto Alegre: FARSUL, p.28-58. 1980.

_____. **Campos Sulinos: manejo sustentável de um ecossistema pastoril**. In: Biodiversidade, conservação e uso sustentável da Flora do Brasil. ARAÚJO, E.L. *et al.* (eds.). Recife: SBZ, 2002. p.101-105.

_____. Manejo e produtividade das pastagens nativas do subtrópico brasileiro. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 1, 2006. **Anais...** Canoas: Ed. ULBRA, p.25-76, 2006.

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

NABINGER, C. Manejo de campo nativo na Região Sul do Brasil e a viabilidade do uso de modelos. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL EM PRODUÇÃO ANIMAL, 2. Santa Maria, RS, 2006. **Anais...** Santa Maria: UFSM. 2006. CD-Rom.

ORLÓCI, L. The complexities and scenarios of ecosystem analysis. In: RAO, C.R. **Multivariate Analysis: Future Directions**. Amsterdam: Elsevier Science, 1993. p.421-430.

OVERBECK, G.E.; PFADENHAUER, J. Adaptive strategies in burned subtropical grassland in Southern Brazil. **Flora**, v.202, n.1, p.27-49, 2007.

PARRIS, K. Grasslands and the environment: recent European trends and future directions - an OECD perspective. **Grassland Science in Europe**, v.7, p.957-984. 2002.

PAUSAS, J.G.; LAVOREL, S. A hierarchical deductive approach for functional types in disturbed ecosystems. **Journal of Vegetation Science**, v.14, p.409-416, 2003.

PELLEGRINI, L.G.; NABINGER, C.; NEUMANN, M. Efeito inicial de diferentes métodos de controle de plantas indesejáveis em pastagem natural. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 42, 2005, Goiânia. **Anais eletrônico...** Goiânia: SBZ. 2005a.

PELLEGRINI, L.G. *et al.* Frequência dos componentes da pastagem nativa da transição da Serra do Sudeste e Depressão Central do Rio Grande do Sul, submetida a diferentes métodos de controle de espécies indesejáveis. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 42, 2005, Goiânia. **Anais eletrônico...** Goiânia: SBZ. 2005b.

PÉREZ GOMAR, E. *et al.* Semeadura direta de forrageiras de estação fria em campo natural com aplicação de herbicidas: I. Produção de forragem e contribuição relativa das espécies. **Ciência Rural**, v.34, n.3, p.761-767, 2004a.

PÉREZ GOMAR, E. *et al.* Semeadura direta de forrageiras de estação fria em campo natural submetido à aplicação de herbicidas: II. Composição botânica. **Ciência Rural**, v.34, n.3, p.769-777, 2004b.

PILLAR, V.D.P. Sampling sufficiency in ecological surveys. **Abstracta Botanica**, v.22, p.37-48, 1998.

_____. On the identification of optimal plant functional types. **Journal of Vegetation Science**, v.10, n.5, p.631-640, 1999.

_____. How can we define optimal plant functional types? Proceedings IAVS Symposium, p. 352-356, 2000.

_____. Dinâmica da expansão florestal em mosaicos de floresta e campos no sul do Brasil. In: CLAUDINO-SALES, V. (ed.). **Ecosistemas Brasileiros: Manejo e Conservação. Anais...** Fortaleza: Expressão Gráfica, 2003. p.209-216.

PILLAR, V.D.P.; JACQUES, A.V.A.; BOLDRINI, I.I. Fatores de Ambiente Relacionados a Variação da Vegetação de um Campo Natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.8, p.1089-1101, 1992.

PILLAR, V. D.; ORLÓCI, L. **Character-based community analysis: the theory and an application program.** Haia: SPB Academic, 1993. 270p.

PILLAR, V.D.; QUADROS, F.L.F. Grassland-forest boundaries in southern Brazil. **Coenoses**, n.12, v.2-3, p.119-126, 1997.

PILLAR, V.D.P.; BOLDRINI, I.I.; LANGE, O. Padrões de distribuição espacial de comunidades campestres sob plantio de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.6, p.753-761, 2002.

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

PONTELLI, C.B. *et al.* Influencia do pastoreio e da queima no estoque de carbono orgânico

total de um Argissolo Vermelho distrófico arênico. In: FERTIBIO, 2000, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2000 (CD-Rom).

POORE, M.E.D. The method of successive approximation in descriptive ecology. **Advances in Ecological Research**, v.1, p.35-67, 1962.

POTT, A. **Levantamento fitossociológico da vegetação de um campo natural sob três condições: pastejado, excluído e melhorado**. 1974. 223f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1974.

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.; PILLAR, V.D. Dinâmica vegetacional em pastagem natural submetida a tratamentos de queima e pastejo. **Ciência Rural**, v.31, p.863-868, 2001.

QUADROS, F.L.F. *et al.* Uso de tipos funcionais de gramíneas como alternativa de diagnóstico da dinâmica e do manejo de campos naturais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. (CD-Rom).

RAMBO, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul: Ensaio de Monografia manual**. 3ª ed. São Leopoldo, Ed. UNISINOS, 1956. 456p.

RHEINHEIMER, D.S. *et al.* Modificações nos atributos químicos de solo sob campo nativo submetido à queima. **Ciência Rural**, v.33, n.1, p.49-55, 2003.

RIZO, L.M. **Avaliação de pastagem natural e pastagem natural sobre-semeada com e sem o uso do herbicida glifosato**. 2001. 80f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

RODRÍGUEZ, C. *et al.* Temporal trends in species composition and plant traits in natural grasslands of Uruguay. **Journal of Vegetation Science**, v.14, p.433-440, 2003.

ROSENGURTT, B.; ARRILLAGA, B.R.; IZAGUIRRE, P. **Gramíneas Uruguayas**. Montevideo: Universidad de la República, 1970.

ROSENTHAL, J.P.; KOTANEM, P.M. Terrestrial plant tolerance to herbivory. **Trends in Ecology & Evolution**, v.9, p.145-148, 1994.

SAGE, R.F.; WEDIN, D.A.; LI, M. The biogeography of C₄ photosynthesis: patterns and controlling factors. In: SAGE, R.F.; MONSON, R.K. (Ed.). **C₄ Plant Biology**. San Diego: Academic, 1999. p.313-373.

SALA, O.E. *et al.* Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. **Science's Compass**, v.287, p.1770-1774. 2000.

SANT'ANNA, D.M.; NABINGER, C. Adubação e implementação de forrageiras de inverno em campo nativo. SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL. Ênfase: Sustentabilidade Produtiva do Bioma Pampa, 2, 2007. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS. p.123-156. 2007.

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.

SEVERAL, R.S. **A guerra guaranítica**. Porto Alegre: Martins Livreiro, 1995. 350p.

SILVA, J.L.S. **Produtividade de componentes de um sistema silvipastotil constituído por Eucalyptus saligna e pastagens cultivada e nativa no Rio Grande do Sul**. 1998. 174f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1998.

SILVEIRA, V.C.P. Pampa Corte – um modelo de simulação para o crescimento e engorda de gado de corte. **Ciência Rural**, v.32, n.3, p.543-552, 2002.

SOARES, A.B. **Efeito da alteração da oferta de matéria seca de uma pastagem natural sobre a produção animal e a dinâmica da vegetação**. 2002. 186f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SORGATTO, D.C. **Avaliação de pastagem natural e pastagem sobre-semeada com espécies hibernais com e sem o uso do herbicida glifosato**. 2002. 114f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

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.

SOSINSKI Jr.; E.E.; PILLAR, V.D.P. Respostas de tipos funcionais de plantas à intensidade de pastejo em vegetação campestre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.1, p.1-9, 2004.

SPAGNOLLO, E. **Dinâmica da matéria orgânica em agroecossistemas submetidos a queima e manejos dos resíduos culturais**. 2004. 186f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

SPEDDING, C.R.W. General aspects of modelling and its application in livestock production. In: KORVER, S. *et al.* (Eds.). **Modelling of livestock production systems**. London: Kluwer Academic, 1988. p.3-13.

STEYAERT, L. A Perspective on the State of Environmental Simulation Modeling. In: GOODCHILD, M.F. *et al.* (Eds.). **Environmental Modeling with GIS**, 1993. p.16-30.

SUERTEGARAY, D. M. A.; GUASSELLI, L. A.; VERDUM, R. **Atlas da arenização: Sudoeste do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, RS: Secretaria da Coordenação e Planejamento, 2001. 85p.

TAINTON, N.M.; MORRIS, C.D.; HARDY, M.B. Complexity and stability in grazing systems. In: HODGSON, J., ILLIUS, A.W. (eds.). **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford : CAB International, 1996. p.275-299.

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.

TEIXEIRA, M.B. *et al.* Levantamento de recursos naturais. Vegetação. In: IBGE (Ed.), Vegetação, v.33. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, p.541-632. 1986.

TOBLER, M.W.; COCHARD, R.; EDWARDS, P.J. The impact of cattle ranching on large-scale vegetation patterns in a coastal savanna in Tanzania. **Journal of Applied Ecology**, v.40, p.430-444, 2003.

TRAVI, M.R.L. **Avaliação de pastagem natural e pastagem sobre-semeada com espécies de estação fria com e sem o uso do herbicida glifosato**. 2003. 112f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

TRINDADE, J.P.P. **Processos de degradação e regeneração da vegetação campestre do entorno de areais do sudoeste do Rio Grande do Sul**. 2003. 158f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

WATSON, L.; DALLWITZ, M.J. **The grass genera of the world**. University Press, Cambridge, UK. 1992.

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

WESTOBY, M., WALKER, B.H.; NOY-MEIR, I. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. **Journal Range Management**, v.42, p.266-274, 1989.

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

WHITE, P.S.; PICKETT, S.T.A. Natural disturbance and patch dynamics: an introduction. In: PICKETT, S.T.A.; WHITE, P.S. (Ed.), **The ecology of natural disturbance and patch dynamics**. San Diego: Academic Press, 1985. p.3-13.

WILDI, O., SCHÜTZ, M. Construction of a long term recovery process from pasture to forest. **Community Ecology**, v.1, p.25–32, 2000.

WU, J.; MARCEAU, D. Modelling ecological systems: an introduction. **Ecological Modelling**, v.153, p.1-6, 2002.

CAPÍTULO I _ UTILIZAÇÃO DE CADEIAS DE MARKOV NA MODELAGEM DA DINÂMICA TEMPORAL DE VEGETAÇÃO CAMPESTRE SOB DISTÚRBIOS

RESUMO: A vegetação de uma determinada área ou região é a resultante da ação dos fatores ambientais, bióticos, abióticos, antrópicos e suas interações, as quais atuam sobre as espécies presentes. Estudos de dinâmica da vegetação revelam processos de substituição de populações, que podem ser observados no espaço e no tempo, em diferentes escalas. Fatores de distúrbio típicos da vegetação campestre, pastejo e queima, e suas interações, combinados entre si e com as posições de relevo, expressam os cenários a serem modelados no tempo, utilizando dados de inventários reais e preditos pelas Cadeias de Markov. Os resultados obtidos através das análises de ordenação e aleatorização de sete inventários reais da vegetação campestre da região de Santa Maria-RS e de suas matrizes Markovianas estáveis, demonstram sua aplicabilidade na construção de modelos preditivos da composição da vegetação em áreas campestres, apresentando certa imprecisão na estimativa de valores de massa de forragem das espécies com baixa contribuição inicial. Considera-se que, a cada nova situação de alteração de distúrbio de manejo das áreas, que envolvam alterações de composição florística avaliada, devem ser realizados estudos e validações desta ferramenta. Os fatores pastejo e posição topográfica apresentaram-se como determinantes das trajetórias de ordenação, o que não foi identificado para o fator queima.

Palavras-chave: pastejo; exclusão; fogo; ordenação

UTILIZATION OF MARKOV CHAINS IN MODELLING OF TEMPORAL DYNAMIC OF GRASSLAND VEGETATION UNDER DISTURBANCE

ABSTRACT: Vegetation from a specific area or region is a resultant of environmental, biotic, abiotic and anthropic factors and their interactions, which act above species presents. Vegetation dynamic studies show the existence of populations' replacement processes which can be observed in space and time, in different scales. Typical disturbance factors of grassland vegetation, grazing and burning, and their interactions, combined with relief position, express the scenarios which should be modeled along the time, using for it real data and data predict by Markov Chains. Results obtained by using ordination and randomization analysis of seven real relevés of grassland vegetation in Santa Maria region (Southern Brazil) and of their markovian stable matrixes, show that is possible the use of this tool to build up predictive models of composition of vegetation in grassland areas, with a certain degree of imprecision in the estimation of forage mass of species with a low initial contribution. We consider that each new situation of change of disturbance in the areas' management, which involves modifying species composition, should determine studies and validations of this tool. Grazing and relief position were determinant of ordination trajectory, and that was not possible to identify in burning.

Key-words: grazing; exclusion; fire; ordination;

INTRODUÇÃO

A vegetação de uma determinada área ou região geográfica é resultante da ação dos fatores ambientais sobre o conjunto interagente das espécies que cohabitam em um espaço contínuo. Assim a vegetação é reflexo do clima, a natureza do solo, a disponibilidade de água e de nutrientes, assim como os fatores antrópicos e bióticos (PILLAR *et al.*, 1992; BOLDRINI, 1993). A sua manutenção depende da capacidade das comunidades campestres a tolerar distúrbios naturais e/ou antrópicos (TRINDADE, 2003).

Os Campos Sulinos do Brasil representam a principal fonte alimentar dos rebanhos domésticos de ruminantes no Estado do Rio Grande do Sul (RS). Apresentam superfície de aproximadamente nove milhões de hectares (ha) (CARVALHO, 2006) a qual tem decrescido a uma taxa de 135.000 ha por ano (NABINGER *et al.*, 2000), influenciada principalmente pelos baixos índices produtivos da atividade pecuária extensiva (NABINGER, 2006). Esses, por sua vez, podem ser fruto da falta de conhecimento das peculiaridades da sua composição florística. Neste tipo de vegetação natural, há uma grande sazonalidade na produção de biomassa vegetal, determinada pelas variações climáticas interanuais e pela coexistência de espécies C₃ e C₄ adaptadas ao clima subtropical. Entre as plantas de crescimento estival predominam as espécies do grupo fotossintético C₄, em maior número na composição florística (BURKART, 1975; GOMES, 1996), enquanto que entre as plantas com crescimento hibernal há um predomínio das espécies do grupo C₃ (BERRETTA *et al.*, 2000; DEREGIBUS, 2000; NABINGER *et al.*, 2000, FONSECA *et al.* 2006).

A utilização do fogo tem sido uma ferramenta cultural de manejo muito freqüente entre os pecuaristas (BOLDRINI, 1997, RHEINHEIMER *et al.*, 2003) e geradora de divergências científicas quanto aos seus efeitos (HERINGER *et al.*, 2002; HERINGER e JACQUES, 2002; LATERRA *et al.*, 2003; RHEINHEIMER *et al.*, 2003). Independente da origem das queimadas, o fato é que elas “acompanham” a vegetação campestre desde um longo período histórico, em diferentes partes do mundo (BOND e van WILGEN, 1996). Os maiores questionamentos que envolvem todo o processo relacionam-se à durabilidade do fenômeno, ou seja, se, em primeiro lugar, este aumento de nutrientes é duradouro ou apenas instantâneo, e, em

segundo lugar, se o ecossistema como um todo consegue manter-se em algum estado de equilíbrio (RHEINHEIMER *et al.*, 2003).

Estudos de dinâmica da vegetação revelam processos de substituição de populações, que podem ser observados no espaço e no tempo, em diferentes escalas (ORLÓCI, 1993; PILLAR, 1998). Avaliações sucessivas de uma unidade amostral fixa constituem uma série temporal (PLATT e DENMAN, 1975). Modelos de simulação espacial e temporal podem ser úteis na definição de estratégias de manejo em sistemas pastoris, além de serem ferramentas úteis na redução do tempo e do custo da experimentação de campo (QUADROS *et al.*, 2006). Uma ampla gama de modelos tem sido desenvolvida para aplicação em dados de vegetação. Entre estes, incluem-se processos determinísticos e estocásticos de séries de dados espaço-temporais. Cadeias de Markov são processos estocásticos, e podem ser parametrizados estimando empiricamente probabilidades de transição entre estados discretos observados no sistema (BALZTER, 2000). Tem sido usados para formalizar o curso de mudanças sucessionais em vegetação terrestre e para produzir previsões seguras em formas quantitativas (KOROTKOV *et al.*, 2001).

O modelo estacionário de Markov é prático e efetivo para estudos de simples dinâmicas ecológicas (TUCKER e ANAND, 2005). Uma série markoviana descreve a trajetória de um sistema no qual a transição de um estado a outro é um processo probabilístico. Ou seja, a descrição dos seus estados futuros X_{t+1} pode ser derivada da descrição de um estado inicial X_t e de uma matriz de transição P ($X_{t+1} = X_t + P$), onde um elemento p_{hi} dessa matriz expressa o índice no qual a população h perdeu cobertura para a população i quando a trajetória moveu-se de um dos seus estados a um estado futuro (ORLÓCI *et al.*, 1993).

O presente estudo visa determinar a aplicabilidade e a validação da utilização de Cadeias de Markov na previsão da dinâmica temporal de vegetação campestre sob distúrbios, utilizando dados de inventários reais da região da Depressão Central do RS, como base para as avaliações.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em área experimental do Departamento de Zootecnia, no Campus da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, localizada

entre as coordenadas 29° 45' S e 53° 45' W, com uma altitude média de 95 m acima do nível do mar. O clima da região é subtropical úmido, com temperatura média anual de 19,2 °C e precipitação pluviométrica normal de 1769 mm. A ocorrência de geadas vai de abril a outubro e são comuns períodos de déficit hídrico no verão (dezembro e janeiro, principalmente).

A área de 40 hectares (ha) foi adquirida pela instituição em 1968, neste período apresentava um aspecto de campo macegoso, com relatos orais de predomínio de *Erianthus angustifolius* Nees e *Sorghastrum* spp., devido à baixa carga animal empregada. A partir da maior intensidade de utilização dessa área, houve uma modificação da composição botânica, passando a predominar a espécie *Andropogon lateralis* Nees, conforme observado em levantamentos da composição botânica realizados na área por Souza (1985), Kersting (1994) e Damé (1995). Não existem registros e nem indícios de que a área tenha sofrido algum tipo de preparo de solo, para fins agrícolas, podendo-se supor que seja uma pastagem natural há centenas de anos.

O solo da área experimental é o da formação Santa Maria, sendo nas áreas de baixada classificado como Planossolo eutrófico com argila de alta atividade e nas áreas de topo e encosta classificado como Podzólico bruno acinzentado distrófico com argila de baixa atividade (EMBRAPA, 1999).

Com relação ao manejo da área, a carga animal era progressivamente aumentada desde o final da estação de monta (15 fevereiro) até o final de março, quando o potreiro era diferido para uso no inverno. Ao longo deste, era utilizado com cargas inferiores a 0,5 unidade animal (UA).ha⁻¹, aumentando-se a carga até mais de duas UA.ha⁻¹ de agosto até dezembro.

Foram selecionadas quatro transecções de 15 m, por posição de relevo (encosta, baixada). As transecções foram localizadas de forma a apresentar vegetação aparentemente homogênea, entre transecções na mesma posição topográfica de relevo. Em cada transecção demarcaram-se 30 quadros contíguos de 0,5 m de lado. O conjunto destes, em uma transecção constitui uma parcela experimental de 0,5 x 15m. Os quadros foram identificados por pinos de ferro galvanizado, em forma de L, em cada canto da diagonal.

Os tratamentos consistiram de dois fatores, queima da vegetação e exclusão do pastejo, que combinados entre si, constituíram quatro tratamentos assim dispostos: 1) Queimado e excluído do pastejo; 2) Queimado e pastejado; 3) Não

queimado e excluído do pastejo; 4) Não queimado e pastejado. As repetições constituíram blocos: encosta e baixada. Ao longo do artigo será adotada a legenda: EEQ= excluído encosta queimado; EENq= excluído encosta não queimado; EBQ= excluído baixada queimado; EBNq= excluído baixada não queimado; PEQ= pastejado encosta queimado; PENq= pastejado encosta não queimado; PBQ= pastejado baixada queimado; PBNq= pastejado baixada não queimado, para identificar as parcelas. As parcelas excluídas ficaram em uma área de dois hectares cercada em julho de 1995, enquanto as parcelas não excluídas permaneceram sob pastejo.

Os inventários anuais da composição florística a campo foram realizadas de agosto de 1995 a janeiro de 2001, perfazendo sete inventários. O primeiro foi realizado em agosto (14 a 18/8), apenas nas transecções que seriam queimadas em 19/8/95, sendo as demais avaliadas no período de dezembro a fevereiro, devido a maior facilidade para identificação das espécies.

As parcelas foram descritas em sua composição florística, através de listagem das espécies componentes (Apêndice A) e respectivas quantidades médias de biomassa obtidas por estimativa visual (Apêndice B). A avaliação da disponibilidade total de matéria seca (MS), da participação relativa dos principais componentes e da frequência relativa dos demais componentes da vegetação nativa foi realizada, através de dupla amostragem, seguindo os procedimentos de campo do “Pacote” Botanal (TOTHILL *et al.*, 1992). Os procedimentos foram modificados para incluir todas as espécies presentes, sendo que aquelas que apresentaram menos de 3% da MS disponível tiveram sua participação estimada homogeneamente em uma unidade percentual (1%).

Os dados de MS das unidades taxonômicas dos sete levantamentos da composição florística foram submetidos ao aplicativo Markov.exe (disponível em: <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>), que gera inventários simulados a partir de uma matriz de probabilidade (matriz de transição) obtida a partir de uma série temporal. O aplicativo considera a estabilidade dos inventários a partir do momento em que as matrizes n e $n-1$ tiverem uma diferença de composição inferior a um determinado limite. Neste caso o limite foi definido como um valor do coeficiente de Kruskal (K) inferior a 6%. Como os inventários tenderam à estabilidade em um período inferior a 40 “anos” (ou transições simuladas), optou-se por tomar o inventário imediatamente anterior como estável. Posteriormente, a esta primeira etapa, os dados dos

inventários reais de janeiro de 1996 e 2001 (denominados inventários 2 e 7) e o inventário Markoviano estável (denominado 39) foram submetidos à análise de ordenação por coordenadas principais, utilizando a distância euclidiana como medida de semelhança nas comparações, para identificar as tendências e variações das trajetórias de cada tratamento no tempo e, testes de aleatorização, para detectar diferenças entre os tratamentos, utilizando o aplicativo Multiv (PILLAR, 2005). Os percentuais de correlação dos descritores com os eixos de ordenação (I e II) foram variáveis (\geq a 0,40 até 0,70) e definidos de acordo com o número de espécies relacionadas, com o intuito de não pulverizar os diagramas.

Para validação do modelo de predição da dinâmica temporal da vegetação baseada em unidades taxonômicas, foram gerados novos inventários Markovianos com os três primeiros inventários reais da composição botânica (1995, 1996 e 1997). O sétimo inventário da composição taxonômica gerado pelo aplicativo Markov.exe, foi utilizado na comparação com o sétimo inventário real (2001). A comparação foi realizada através de análises de aleatorização e posterior ordenação por coordenadas principais, utilizando o aplicativo Multiv (PILLAR, 2005), visando identificar a previsibilidade das matrizes estáveis Markovianas da composição taxonômica das parcelas avaliadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos sete levantamentos botânicos foram registradas na área 139 espécies. Para avaliar a dinâmica da vegetação foram realizadas análises de ordenação com os dados médios das transecções (30 quadros) dos inventários de janeiro de 1996 (2º), primeiro inventário após a queima (19/08/95) da vegetação natural para imposição dos respectivos tratamentos com utilização de queima da vegetação; janeiro de 2001 (7º) e o inventário Markoviano estável, representado pelo inventário estável 39. Nestes três inventários foram registradas 128 espécies com contribuição da massa de forragem (MF), as quais serviram de base para as análises desenvolvidas neste estudo.

A análise de coordenadas principais contendo as 128 espécies apresentou uma correlação inicial de 40,1% (26,9% e 13,2% respectivamente para os eixos I e II)

com os eixos do plano de ordenação. Deste modo, foram selecionadas as espécies (nove) que apresentaram correlações superiores a 0,60 com pelo menos um dos eixos e, os dados médios de MF destas espécies por parcelas, foram submetidos novamente a uma análise de ordenação. A dinâmica temporal da vegetação desta ordenação é apresentada na Figura 1, a qual apresenta diagramas divididos em função da posição de relevo (simbolizando Baixada por (B) e Encosta por (E)), a qual apresentou diferença ($P = 0,004$) entre posições de relevo.

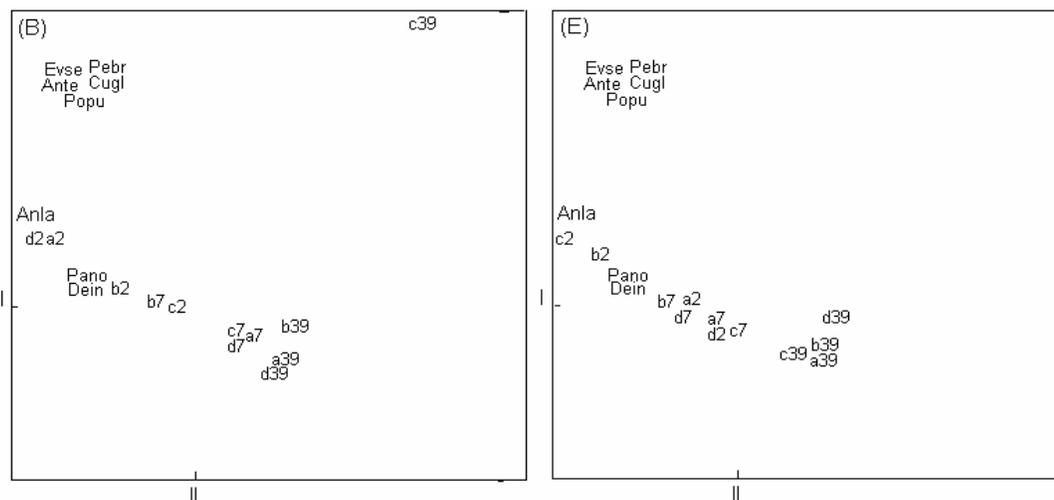


Figura 1 – Diagrama de ordenação representando a análise de Coordenadas Principais baseada na composição média das transecções da posição de relevo Baixada (B) e Encosta (E). As letras seguidas de números indicam os tratamentos e os inventários, segundo a legenda: a= excluído e queimado; b= excluído e não queimado; c= pastejado e queimado e d= pastejado e não queimado; 2= janeiro de 1996; 7 = janeiro 2001; 39 = inventários com a composição estável segundo predições de matrizes de transição Markovianas. As legendas: Anla= *Andropogon lateralis*, Ante= *Andropogon ternatus*, Cugl= *Cuphea glutinosa*, Dein= *Desmodium incanum*, Evse= *Evolvulus sericeus*, Pano= *Paspalum notatum*, Pebr = *Petunia brevifolia* e Popu= *Polygala pumila*, representam as espécies dispostas no espaço de ordenação de acordo com suas correlações com os eixos I e II. Santa Maria-RS.

Os eixos representam juntos 92,5% da variação total da composição botânica (I= 60,9 e II= 31,6%) indicando uma síntese eficiente da variabilidade. Não houve diferença estatística entre as variáveis avaliadas (pastejo e fogo) e suas interações ($P \geq 0,48$). Das nove espécies avaliadas, apenas oito apresentaram correlações superiores a 0,60 com um dos eixos: *Andropogon lateralis*, *Andropogon ternatus* (Spreng.) Nees, *Cuphea glutinosa* Cham. et Schlecht., *Desmodium incanum* DC.,

Evolvulus sericeus Sw., *Paspalum notatum* Fl., *Petunia brevifolia* e *Polygala pumila* Nor.. Houve diferença ($P \leq 0,008$) entre os três inventários, podendo ser observado nos diagramas da Figura 1, que, apesar das diferenças, as trajetórias dos inventários reais do último ano (legenda 7) apresentam uma trajetória direcional na ordenação, na maioria das transecções, em direção a posição prevista para os inventários markovianos estáveis (39), com exceção à transecção PBQ (c39). Essa é uma indicação do potencial de previsibilidade da direcionalidade do modelo.

Foi observada uma tendência de redução na correlação com os eixos de ordenação das espécies *A. lateralis*, *P. notatum* e *D. incanum* nos inventários Markovianos estáveis (39) e nos inventários a7, c7 e d7 da posição de relevo Baixada (Figura 1). Observa-se também nessa figura um deslocamento de trajetória do inventário markoviano do tratamento pastejado e queimado (c39). A possível explicação para o fato pode ser atribuída a uma matriz de transição muito dependente das condições iniciais de dinâmica (QUADROS, 1999). Essa transecção apresentou uma trajetória inicial direcional que se afastou bastante da composição original como decorrência de uma maior intensidade de pastejo pós-queima, possuindo uma redução maior na contribuição de Anla do inventário 2 para o 7, e aumento da participação de Evse e Pebr (Tabela 1).

Analisando-se a Tabela 1, podem ser observadas tendências de redução da contribuição percentual na MF de espécies de interesse forrageiro, no inventário Markoviano, como os observados em Anla, Pano e Dein, com o incremento de espécies que apresentavam baixa contribuição (Cugl, Evse, Pebr, Popu) em algumas das parcelas. Com relação à MF total (MFT) o inventário Markoviano estável indica um incremento destes valores, mantidas as condições de manejo da vegetação.

Tabela 1 - Contribuição percentual na massa de forragem total (MFT) ($\text{g} \cdot 0,25\text{m}^{-2}$) das espécies com maior correlação com os eixos de ordenação, na comparação entre os inventários reais (2° e 7°) e Markoviano (39°), nas distintas parcelas.

Parcela	Inventário	Participação Percentual (%) das Espécies em relação à Massa de Forragem Total (MFT)								MFT g.0,25m ⁻²
		Anla*	Ante	Cugl	Dein	Evse	Pano	Pebr	Popu	
EEQ**	2°	48,6	- ***	-	0,8	-	32,0	-	-	96,3
	7°	61,1	-	0,55	0,03	-	-	-	1,36	68,9
	39°	0,22	0,02	0,02	0,04	-	0,89	-	0,01	382,6
EENq	2°	47,8	-	-	0,72	0,03	19,2	0,15	-	192,1
	7°	40,2	-	-	0,07	-	-	-	12,4	151,9
	39°	0,05	-	-	-	0,55	0,12	0,98	0,01	533,7
PEQ	2°	56,3	-	-	0,69	-	21,7	0,06	-	189,6
	7°	49,6	-	0,03	0,65	-	5,63	-	0,56	62,2
	39°	0,84	-	10,7	0,01	3,2	0,17	-	0,47	421,4
PENq	2°	15,5	-	-	1,51	0,14	37,8	-	-	143,1
	7°	76,6	-	0,04	1,41	-	0,84	-	0,71	68,1
	39°	0,12	-	0,23	0,15	-	0,19	0,36	-	395,4
EBQ	2°	51,1	-	-	0,54	0,2	12,0	0,03	-	200,2
	7°	16,5	-	-	0,23	-	0,33	-	4,12	66,0
	39°	0,003	-	-	0,08	0,12	0,01	-	0,14	340,8
EBNq	2°	55,2	-	-	0,81	0,05	11,6	-	-	141,0
	7°	42,2	-	-	0,09	-	0,25	-	7,16	141,4
	39°	0,06	-	-	-	0,005	0,03	0,14	0,01	524,8
PBQ	2°	55,1	-	-	0,74	0,12	20,6	0,03	-	80,9
	7°	23,8	-	-	0,98	-	11,1	-	-	66,2
	39°	0,32	-	-	0,01	1,04	-	1,69	-	268,1
PBNq	2°	58,8	-	-	0,97	-	13,2	0,04	-	180,3
	7°	15,7	-	-	1,92	-	15,5	-	-	80,2
	39°	0,52	-	-	0,04	0,32	1,16	0,57	-	350,8

*: Anla= *Andropogon lateralis*; Ante= *Andropogon ternatus*; Cugl= *Cuphea glutinosa*; Dein= *Desmodium incanum*; Evse= *Evolvulus sericeus*; Pano= *Paspalum notatum*; Pebr= *Petunia brevifolia*; Popu= *Polygala pumila*;

** : EEQ= Excluída Encosta Queimada; EENq= Excluída Encosta Não queimada; PEQ= Pastejada Encosta Queimada; PENq= Pastejada Encosta Não queimada; EBQ= Excluída Baixada Queimada; EBNq= Excluída Baixada Não queimada; PBQ= Pastejada Baixada Queimada; PBNq= Pastejada Baixada Não queimada;

***: sem contribuição na MFT no período.

Em função da predição do modelo apresentar tendência a um aumento da MFT nos inventários estáveis, optou-se por realizar-se uma ordenação baseada na contribuição das gramíneas identificadas na área. Esta análise baseia-se na importância das gramíneas, na composição botânica (ARAÚJO, 1978; BOLDRINI, 1999, 2006; LONGHI-WAGNER, 2003) e pela redução na contribuição percentual na MF prevista nos inventários estáveis (39°) para Anla e Pano. Redução esta observada do inventário real 2° para o 7° apenas em *P. notatum* (Tabela 1). A ordenação realizada com estas espécies é apresentada na Figura 2.

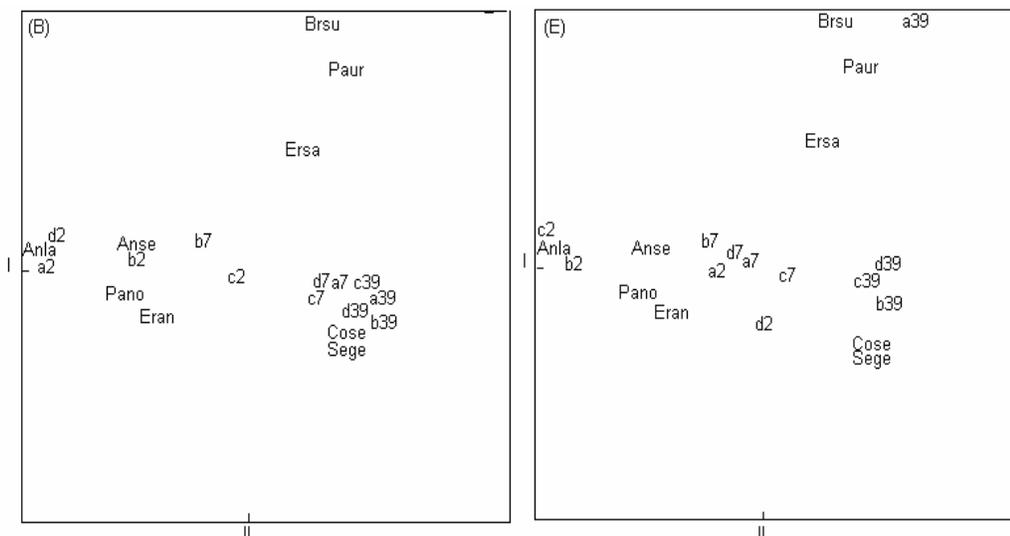


Figura 2 – Diagrama de ordenação representando a análise de Coordenadas Principais baseada na composição média das transecções da posição de relevo Baixada (B) e Encosta (E). Letras seguidas de números indicam os tratamentos e os inventários, segundo a legenda: a= excluído e queimado; b= excluído e não queimado; c= pastejado e queimado e d= pastejado e não queimado; 2= janeiro de 1996; 7 = janeiro 2001; 39 = inventários com a composição estável segundo predições de matrizes de transição Markovianas. As legendas: Anla= *Andropogon lateralis*, Anse= *Andropogon selloanus*, Cose= *Coellorachis selloana*, Brsu= *Briza subaristata*, Eran= *Erianthus angustifolius*, Ersa= *Erianthus saccharoides*, Sege= *Setaria geniculata*, Paur= *Paspalum urvillei*, Pano= *Paspalum notatum*, representam as espécies que estão dispostas no espaço de ordenação de acordo com suas correlações com os eixos I e II. Santa Maria-RS.

As espécies que apresentaram correlação igual ou superior a 0,40%, com um dos eixos (I ou II) estão dispostas no plano de ordenação na Figura 2, de acordo com suas correlações, sendo que os eixos de ordenação representam juntos 73,6% da variação total da composição botânica (I = 62,5 e II = 11,1%).

A análise de aleatorização indicou diferença significativa apenas entre os inventários ($P \leq 0,0079$), não havendo diferenças entre os demais fatores e suas interações ($P \geq 0,083$). As trajetórias apresentadas nos diagramas de ordenação da Figura 2 indicam que as parcelas com exclusão (legendas “a” e “b”) do pastejo apresentaram uma trajetória no sentido de maior contribuição de gramíneas cespitosas (Eran e Ersa, principalmente) cujas touceiras aumentam sua ocupação de espaço, tendendo a dominar a biomassa aérea. Esta tendência mais acentuada pode ser observada nos dados de contribuição percentual destas espécies na MFT das gramíneas (Tabela 2). Essa indica uma elevação na contribuição de Eran,

principalmente na área diferida de baixada não queimada e, presente em menor percentagem nas demais áreas de baixada pastejada, independente do fator fogo.

Tabela 2 - Contribuição percentual na massa de forragem total (MFT) ($\text{g} \cdot 0,25\text{m}^{-2}$) das espécies da família Poaceae com maior correlação com os eixos de ordenação, nos inventários reais (2° e 7°) e Markovianos (39°), nas distintas parcelas.

Parcela	Inv.*	Participação Percentual (%) das Gramíneas em relação à Massa de Forragem Total (MFT)									MFT $\text{g} \cdot 0,25\text{m}^{-2}$
		Anla**	Anse	Brsu	Cose	Eran	Ersa	Pano	Paur	Sege	
EEQ***	2°	59,1	0,77	-	-	-	0,32	38,8	-	-	79,3
	7°	86,4	-****	-	-	-	-	-	-	0,04	48,7
	39°	0,65	0,09	63,5	0,82	-	12,6	2,6	15,6	0,34	128,9
EENq	2°	54,9	0,68	-	-	18,2	-	22,1	-	0,04	167,1
	7°	50,7	-	0,53	-	0,13	12,1	-	-	0,05	120,3
	39°	0,26	0,47	3,8	2,9	0,08	3,9	0,63	-	20,2	101,2
PEQ	2°	69,0	2,8	-	-	-	0,32	26,6	-	0,23	154,6
	7°	73,8	-	0,09	-	-	-	8,4	-	0,04	41,8
	39°	5,8	1,1	7,8	2,4	0,36	1,8	1,2	-	8,3	60,4
PENq	2°	18,0	0,16	-	-	34,7	-	43,9	-	0,39	123,3
	7°	92,3	-	-	-	-	-	1,0	-	0,87	56,5
	39°	1,5	0,13	26,6	0,17	0,02	5,5	2,4	-	13,0	32,0
EBQ	2°	57,8	0,13	-	-	28,2	-	13,5	-	-	177,0
	7°	23,2	-	-	-	0,05	39,0	0,47	-	-	46,7
	39°	0,02	-	0,15	5,1	-	-	0,08	22,3	9,1	48,4
EBNq	2°	74,7	0,96	0,05	-	7,4	0,3	15,7	-	0,09	104,3
	7°	52,7	-	0,27	-	-	18,2	0,31	-	0,06	113,2
	39°	0,35	-	1,4	11,0	15,8	0,26	0,15	-	0,51	86,0
PBQ	2°	60,3	0,08	-	-	1,8	-	22,6	-	0,12	73,9
	7°	29,1	-	0,03	-	7,7	-	13,7	-	-	54,0
	39°	8,3	3,3	31,0	-	3,7	0,74	-	-	2,2	10,4
PBNq	2°	76,6	1,0	-	-	0,03	0,53	17,2	-	-	138,4
	7°	25,2	-	-	0,08	-	40,5	24,9	-	0,17	50,0
	39°	5,8	-	-	5,3	7,5	3,4	12,8	-	17,5	31,8

* Inv.= Inventário;

** Anla= *Andropogon lateralis*; Anse= *Andropogon selloanus*; Brsu= *Briza subaristata*; Cose= *Coelorhachis selloana*; Eran= *Erianthus angustifolius*; Ersa= *Erianthus saccharoides*; Pano= *Paspalum notatum*; Paur= *Paspalum urvillei*; Sege= *Setaria geniculata*;

***: EEQ= Excluída Encosta Queimada; EENq= Excluída Encosta Não queimada; PEQ= Pastejada Encosta Queimada; PENq= Pastejada Encosta Não queimada; EBQ= Excluída Baixada Queimada; EBNq= Excluída Baixada Não queimada; PBQ= Pastejada Baixada Queimada; PBNq= Pastejada Baixada Não queimada;

****: sem contribuição na MFT no período.

Com relação a Ersa, na Tabela 2 pode ser observado que a mesma apresentou uma reduzida contribuição percentual na posição de relevo Baixada, independentemente do fator fogo. Sendo sua contribuição correlacionada positivamente com o fator de relevo encosta, independentemente dos demais fatores em estudo, com destaque nas parcelas diferidas queimadas. Destaca-se também a

participação de: Cose nos inventários estáveis (39^o), em todos os tratamentos, com exceção das áreas de pastejo da baixada queimada (ausente); Paur nas áreas diferidas e queimadas; Brsu nas parcelas de encosta, com exceção da parcela pastejada queimada (ausente).

A Figura 3 apresenta o diagrama de ordenação do inventário da composição botânica estável, segundo predições de matrizes de transição Markovianas. A análise de coordenadas principais contendo as 128 espécies apresentou uma correlação inicial de 41,5% (21,2% e 20,3% respectivamente para o eixo I e II) com os eixos do plano de ordenação. Deste modo, foram selecionadas as espécies que apresentaram correlações superiores a 0,70 com pelo menos um dos eixos. Os dados médios de MF destas 19 espécies foram submetidos novamente a uma análise de ordenação. O inventário estável (39^o), não apresentou diferença significativa entre os tratamentos e suas interações ($P \geq 0,12$).

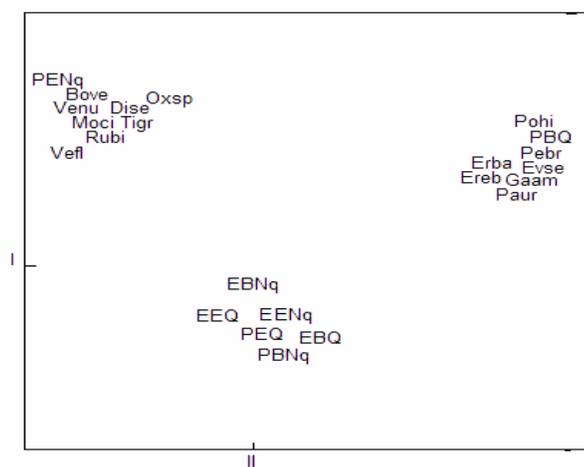


Figura 3 - Diagrama de ordenação da composição botânica estável segundo predições de matrizes de transição Markovianas, para as oito parcelas avaliadas. As siglas em maiúsculo indicam as parcelas e, em minúsculo: Bove= *Borreria verticilata*, Dise= *Dichondra sericea*, Erba= *Eragrostis bahiensis*, Erebr= *Eryngium ebracteatum*, Evse= *Evolvulus sericeus*, Gaam= *Gamochoeta americana*, Moci= *Moritzia ciliata*, Oxsp= *Oxalis* sp., Paur= *Paspalum urvillei*, Pebr = *Petunia brevifolia*, Pohi= *Polygonon hidropiperoides*, Rubi= Rubiaceae, Tigr= *Tibouchina gracilis*, Vefl= *Vernonia flexuosa* e Venu= *Vernonia nudiflora*, representam as espécies que estão dispostas no espaço de ordenação de acordo com suas correlações com os eixos I ou II. Santa Maria-RS.

Das 19 espécies selecionadas 15 apresentaram correlações acima de 0,70 com um dos eixos na reordenação realizada, sendo estas dispostas no plano de ordenação da Figura 3. Os eixos representam juntos 97,8% da variação total da

composição botânica (I = 55,0 e II = 42,8%). Entre as espécies com maior correlação no período Markoviano estável (39^o) destacam-se: *Borreria verticilata*, *Dichondra sericea*, *Moritzia ciliata*, *Oxalis* sp., Rubiaceae, *Tibouchina gracilis*, *Vernonia flexuosa* e *Vernonia nudiflora* associadas principalmente com parcelas pastejadas na posição de relevo encosta não queimada (PENq) e, *Eragrostis bahiensis*, *Eryngium ebracteatum*, *Evolvulus sericeus*, *Gamochoaeta americana*, *Paspalum urvillei*, *Petunia brevifolia* e *Polygonon hidropiperoides* principalmente correlacionados com parcelas pastejadas na posição de relevo baixada queimada (PBQ).

Partindo-se do pressuposto que as queimadas tendem a favorecer gramíneas cespitosas sobre rizomatosas ou estoloníferas, o que normalmente não é um efeito desejado, devido à menor qualidade da forragem destas gramíneas (JACQUES, 2003), ao serem analisadas as trajetórias descritas nas Figuras 2 e 3, esta afirmação está de acordo, quando observadas as tendências na elevação da contribuição de espécies cespitosas (Eran, Ersá) e redução na participação de Pano (Tabela 2). Mas, o fator de distúrbio fogo não foi o determinante da direcionalidade da participação destas espécies na MF, citando-se a elevada participação de Eran em áreas excluídas não queimadas e de Ersá em áreas pastejadas com ou sem a utilização do fogo (Tabela 2). Na Figura 3 áreas pastejadas (legendas PENq e PBQ) apresentam maior correlação destes tratamentos com espécies cespitosas indesejáveis em áreas de pastagem (*B. verticilata*, *T. gracilis* e *V. flexuosa*, principalmente). O fator pastejo, pode estar sendo o grande direcionador da dinâmica temporal destas espécies, favorecido por suas “n” interações com fatores bióticos ou abióticos, e as suas diferentes formas de manejo (áreas sub, superpastejadas), que propiciam uma constante dinâmica no espaço-temporal das espécies presentes ou exóticas passíveis de competirem neste ambiente instável (no tempo).

Desta forma, parece ser de fundamental importância para a dinâmica e a sustentabilidade da vegetação campestre uma discussão cada vez mais focada na importância da regulação e do manejo de cargas animais sobre as áreas de pastagem nativa. Este distúrbio pode ser determinante na dinâmica das espécies tanto quanto pode ser o fogo. A maioria das espécies de vegetação forrageira parecem ser adaptadas a queimadas freqüentes (QUADROS e PILLAR, 2001; OVERBECK e PFADENHAUER, 2007), embora, não existam estudos comprobatórios sobre o efeito de diferentes estações de queimadas e diferenças

entre tipos de vegetação.

Validação da utilização de Cadeias de Markov como instrumento de simulação.

Até o momento as discussões foram realizadas sobre a dinâmica da vegetação baseados em inventários reais e estável, mas para que estas suposições desenvolvidas tenham utilização prática (ex.: recomendação de práticas no manejo de áreas campestres) torna-se necessária a validação destas previsões geradas. Neste intuito, a validação da dinâmica temporal da vegetação utilizando os modelos ou Cadeias de Markov, foi desenvolvida, com a construção de novas matrizes de transição, utilizando-se para isto os dados médios da contribuição da MF dos três primeiros inventários reais da vegetação, da mesma área de estudo.

A ordenação das matrizes reais (7^a avaliação) e Markovianas (7^o inventário gerado pelo processo) foi realizada em uma composição formada por 106 unidades taxonômicas. A respectiva trajetória desta ordenação entre os períodos citados anteriormente é apresentada na Figura 4.

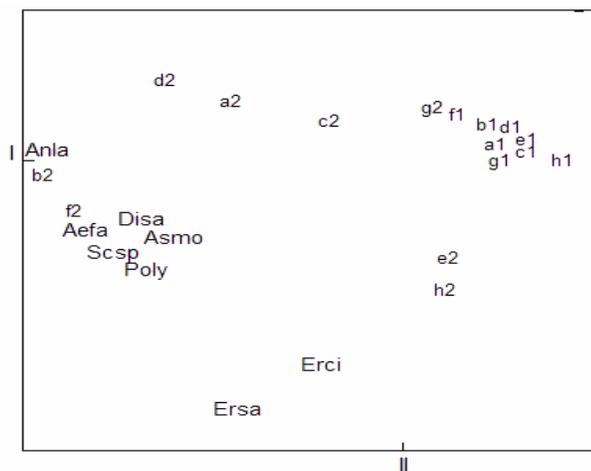


Figura 4 - Diagrama de ordenação da composição média das oito parcelas avaliadas. As letras seguidas de números indicam as parcelas e os inventários, segundo a legenda: a= excluído encosta queimado, b= excluído encosta não queimado, c= pastejado encosta queimado, d= pastejado encosta não queimado, e= excluído baixada queimado, f= excluído baixada não queimado, g= pastejado baixada queimado, h= pastejado baixada não queimado; 1= sétimo inventário das matrizes de transição Markovianas, 2= inventário de janeiro 2001 (sétimo). As legendas abaixo: Anla= *Andropogon lateralis*, Aefa= *Aeschynomene falcata*, Asmo= *Aspilia montevidensis*, Disa= *Dichanthelium sabulorum*, Erci= *Eryngium ciliatum*, Ers= *Erianthus saccharoides*, Poly= *Polygala* sp., Scsp= *Schyzachirium spicatum*, representam as espécies que estão dispostas no espaço de ordenação de acordo com suas correlações com os eixos I e II. Santa Maria-RS.

Os eixos do diagrama representam juntos 79,5% da variação total da composição botânica (I = 69,5 e II = 10,0%). Das 106 espécies avaliadas, oito apresentaram correlação superior a 0,70 com um dos eixos (I ou II) e estão dispostas no plano de ordenação, de acordo com suas correlações, sendo elas: *Andropogon lateralis*, *Aeschynomene falcata*, *Aspilia montevidensis*, *Dichantherium sabulorum*, *Eryngium ciliatum*, *Erianthus saccharoides*, *Polygala sp.* e *Schizachirium spicatum*.

Não houve diferença significativa entre os inventários reais e Markovianos em nenhuma das parcelas avaliadas ($P \geq 0,32$), demonstrando assim a aplicabilidade dos modelos de Cadeias de Markov como ferramenta de simulação da dinâmica temporal para áreas de vegetação campestre.

Esta previsibilidade apresenta uma limitação para áreas sob distúrbios, pois os modelos de Markov estacionários não realizam previsões para a adição de novas espécies em estágios de sucessão posteriores (TUCKER e ANAND, 2004). Esta incorporação de novas espécies foi observada, com a realização dos novos inventários reais até o ano de 2001, com a composição de unidades taxonômicas atingindo 139 espécies.

Tabela 3 - Contribuição percentual na massa de forragem total (MFT) ($g.0,25m^{-2}$) das espécies com maior correlação com os eixos de ordenação, na comparação entre os sétimos inventários: janeiro de 2001 (R7°) e Markoviano (M7°), nas distintas parcelas.

Parcela	Inventário	Participação Percentual (%) das Espécies em relação a								MFT g.0,25m ⁻²
		Massa de Forragem Total (MFT)								
		Anla*	Aefa	Asmo	Disa	Erci	Ersa	Poly	Scsp	
EEQ**	R7°	61,1	0,1	-	5,2	2,3	-	0,03	1,36	68,8
	M7°	33,5	-***	0,1	0,6	-	0,06	-	-	17,4
EENq	R7°	40,2	0,2	0,64	3,1	0,56	9,6	0,5	12,4	151,9
	M7°	15,0	-	-	0,5	-	-	-	-	43,8
PEQ	R7°	49,6	0,2	-	0,4	0,13	-	-	0,56	62,2
	M7°	12,5	-	0,19	0,4	-	-	-	-	13,8
PENq	R7°	76,5	0,1	-	3,9	1,0	-	-	0,71	68,1
	M7°	15,4	-	-	1,4	-	0,04	-	-	50,6
EBQ	R7°	16,5	0,2	-	6,1	4,1	27,6	0,23	4,1	66,0
	M7°	22,1	-	-	0,1	-	-	-	-	21,2
EBNq	R7°	42,2	0,3	1,7	1,7	1,3	14,6	0,34	7,1	141,4
	M7°	28,4	-	-	0,5	-	-	-	-	47,1
PBQ	R7°	23,8	0,2	0,02	0,8	3,1	-	-	-	66,2
	M7°	21,3	-	0,04	0,01	-	0,05	-	-	23,5
PBNq	R7°	15,7	0,04	-	1,1	5,1	25,2	0,06	-	80,2
	M7°	0,9	-	-	0,1	0,001	-	-	-	26,3

*: Anla= *Andropogon lateralis*; Aefa= *Aeschynomene falcata*; Asmo= *Aspilia montevidensis*; Disa= *Dichantherium sabulorum*; Erci= *Eryngium ciliatum*; Ersa= *Erianthus saccharoides*; Poly= *Polygala sp.*; Scsp= *Schizachirium spicatum*;

** : EEQ= Excluída Encosta Queimada; EENq= Excluída Encosta Não queimada; PEQ= Pastejada Encosta Queimada; PENq= Pastejada Encosta Não queimada; EBQ= Excluída Baixada Queimada; EBNq= Excluída Baixada Não queimada; PBQ= Pastejada Baixada Queimada; PBNq= Pastejada Baixada Não queimada;

***: sem contribuição na MFT no período.

Comparando-se as trajetórias das distintas parcelas na Figura 4, pode-se observar uma tendência de agrupamento das parcelas que representam os inventários Markovianos (1) em relação à distribuição espacial das reais, representadas pelo número 2.

Com relação às espécies com maior correlação com os eixos do diagrama, apresentam suas participações na contribuição percentual da MF nulas (-) ou sendo amplamente reduzidas na matriz de transição Markoviana ($M7^0$). Entre elas, a contribuição de *Anla* (Tabela 3) mesmo subestimada em relação aos valores reais em todas as parcelas, com exceção no PBQ ($R7^0 \times M7^0$), é a espécie, entre as avaliadas, que melhor explica a direcionalidade das matrizes de transição Markovianas.

A manutenção do manejo adotado até o presente nesta área indica que a composição forrageira, pode e poderá estar relacionada à plasticidade fenotípica das espécies presentes, característica esta observada na espécie *A. lateralis*, a qual apresenta a maior contribuição percentual na MF entre as parcelas avaliadas.

A simplicidade dos modelos de Cadeias de Markov, suas predições seguras em formas quantitativas, segundo Korotkov *et al.* (2001), sua sensibilidade para mudanças sob a frequência e regularidade de distúrbios, como corte e pastejo (BALZTER, 2000), para simples dinâmicas ecológicas (TUCKER e ANAND, 2005) são um dos pontos positivos para a sua ampla utilização em estudos de dinâmica espaço-temporal de vegetação campestre. Mas um ponto importante citado por Balzter (2000), referente à vegetação, que deve ser lembrado sempre é, que esta caracteriza-se por uma variedade de fatores interagindo, como competição inter e intra-específica, herbivoria, clima e propriedades do solo e, por causa da grande soma destes importantes e potenciais fatores e suas interações influenciando a dinâmica da vegetação, torna-se muito difícil à construção de modelos determinísticos. Estas considerações somadas aos resultados obtidos neste trabalho permitem realizarmos algumas considerações sobre o modelo.

CONCLUSÕES

As predições dos inventários não apontam o fator fogo como determinante das trajetórias estáveis, sendo que os fatores pastejo e posição topográfica apresentaram-se como determinantes das trajetórias.

Cadeias de Markov podem ser utilizadas como ferramenta na construção de modelos preditivos da composição da vegetação em áreas campestres. Entretanto, apresentam certa imprecisão na estimativa dos valores de massa de forragem, superestimando espécies que, no presente, apresentam baixa contribuição na massa de forragem.

Por ser a vegetação campestre um sistema complexo, em constante interação de vários fatores, como os avaliados neste trabalho, tornam-se necessários novos estudos e validações desta ferramenta em outras situações que representem tanto manejos adotados nas áreas quanto a própria composição florística destas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, A.A. **Melhoramento das pastagens**. Porto Alegre: Sulina, 1978. 209p.
- BALZTER, H. Markov chain models for vegetation dynamics. **Ecological Modelling**, v.126, p.139-154, 2000.
- BERRETTA, E.J. *et al.* Campos in Uruguay. In: LEMAIRE, G. *et al.* (eds). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Cambridge: CABI Publishing, 2000. p.377-394.
- 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.
- _____. **Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional**. Boletim do Instituto de Biociências/UFRGS. n.56, 1997. 39p.
- _____. **Alternativas de incremento forrageiro de pastagens naturais do RS. Levantamento florístico**. Relatório Técnico. 1999. 32p.
- _____. Biodiversidade dos Campos Sulinos. In: **SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E**

PRODUÇÃO ANIMAL. Ênfase: Importância e Potencial Produtivo da Pastagem Nativa. 1, 2006, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, p.11-24, 2006.

BOND, W.J.; van WILGEN, B.W. '**Fire and plants**'. (Chapman & Hall: London, UK), 1996.

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

CARVALHO, P.C.F. Access to land, livestock production and ecosystem conservation in the Brazilian Campos biome: the natural grasslands dilemma. In: International Conference on Agrarian Reform and Rural Development. FAO, **Proceedings...** 2006. Disponível em www.fao.org/icarrd. Acesso em 10 jun. 2007.

DAMÉ, P.R.V. **Efeitos de queima seguida de pastejo ou diferimento sobre a vegetação e mesofauna do solo de uma pastagem natural.** 1995. 168f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1995.

DEREGIBUS, V.A. Argentina's humid grazing lands. In: LEMAIRE, G. *et al.* (eds). **Grassland ecophysiology and grazing ecology.** Cambridge: CABI Publishing, 2000. p.395-405.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: EMBRAPA-SCT, 1999. 412p.

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.

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.

HERINGER, I. *et al.* Características de um latossolo vermelho sob pastagem natural sujeita à ação prolongada do fogo e de práticas alternativas de manejo. **Ciência Rural**, v.32, n.2, p.309-314, 2002.

HERINGER, I.; JACQUES, A.V.A. Composição florística de uma pastagem natural submetida a queima e manejos alternativos. **Ciência Rural**, v.32, n.2, p.315-321, 2002.

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

KERSTING, C.E.B. **Avaliação dos efeitos da queima, seguida de pastejo ou diferimento em uma pastagem natural.** 1994. 122p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1994.

KOROTKOV, V.N.; LOGOFET, D.O.; LOREAU, M. Succession in mixed boreal forest of

Russia: Markov models and non-Markov effects. **Ecological Modelling**, v.142, p.25-38, 2001.

LATERRA, P. *et al.* Cumulative effects of fire on a tussock pampa grassland. **Journal of Vegetation Science**, v.14, p.43-54, 2003.

LONGHI-WAGNER, H.M. Diversidade florística dos campos sul-brasileiros: Poaceae. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 54, 2003. **Anais...** Belém: Sociedade Botânica do Brasil, p.117-120, 2003.

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

NABINGER, C. Manejo e produtividade das pastagens nativas do subtropico brasileiro. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 1, 2006. **Anais...** Canoas: Ed. ULBRA, 2006. p.25-76.

ORLÓCI, L. The complexities and scenarios of ecosystem analysis. In: RAO, C.R. **Multivariate Analysis: Future Directions**. Amsterdam: Elsevier Science, 1993. p.421-430.

ORLÓCI, L.; ANAND, M.; HE, X.S. Markov chain: a realistic model for temporal coenosere? **Biometrie-Praximetrie**, v.33, p.7-26, 1993.

OVERBECK, G.E.; PFADENHAUER, J. Adaptive strategies in burned subtropical grassland in Southern Brazil. **Flora**, v.202, n.1, p.27-49, 2007.

PILLAR, V.D.P.; JACQUES, A.V.A.; BOLDRINI, I.I. Fatores de Ambiente Relacionados a Variação da Vegetação de um Campo Natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.8, p.1089-1101, 1992.

PILLAR, V.D.P. Sampling sufficiency in ecological surveys. **Abstracta Botanica**, v.22, p.37-48, 1998.

____. **MULTIV: multivariate exploratory analysis, randomization testing and bootstrap resampling**. Porto Alegre: UFRGS, 2005.

PLATT, T.; DENMAN, K.L.. A general equation for the mesoscale distribution of phytoplankton in the sea. **Mem. Sot. R. Sci.** Liege 6th ser. 7, p.31-42. 1975.

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.; PILLAR, V.D. Dinâmica vegetacional em pastagem natural submetida a tratamentos de queima e pastejo. **Ciência Rural**, v.31, p.863-868, 2001.

QUADROS, F.L.F. *et al.* Uso de tipos funcionais de gramíneas como alternativa de

diagnóstico da dinâmica e do manejo de campos naturais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. (CD-Rom).

RHEINHEIMER, D.S. *et al.* Modificações nos atributos químicos de solo sob campo nativo submetido à queima. **Ciência Rural**, v.33, n.1, p.49-55, 2003.

SOUZA, J.M. **Determinação do rendimento e da composição botânica de uma pastagem natural**. 1985. 120f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Santa Maria, 1985.

TOTHILL, J.C. *et al.* Botanal - A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. 1. Field sampling. **Tropical Agronomy Technical Memorandum** n.7, 24p., 1992.

TRINDADE, J.P.P. **Processos de degradação e regeneração da vegetação campestre do entorno de areais do sudoeste do Rio Grande do Sul**. 2003. 145p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

TUCKER, B.C.; ANAND, M. The application of Markov models in recovery and restoration. **International Journal of Ecology and Environmental Sciences**, v.30, p.131-140, 2004.

TUCKER, B.C.; ANAND, M. On the use of stationary versus hidden Markov models to detect simple versus complex ecological dynamics. **Ecological Modelling**, v.185, p.177-193, 2005.

CAPÍTULO II _ DINÂMICA TEMPORAL DE VEGETAÇÃO CAMPESTRE BASEADA EM TIPOS FUNCIONAIS DE PLANTAS

RESUMO: O presente estudo baseia-se na hipótese de que a descrição da vegetação em função da diversidade de Tipos Funcionais de plantas, formados por gramíneas, pode ser utilizado para simplificar a caracterização da composição da vegetação campestre, podendo permitir a modelagem destes sistemas. Fatores de distúrbio típicos da vegetação campestre, pastejo e queima e suas interações, combinados com as posições de relevo, expressam os cenários a serem modelados no tempo, utilizando dados de inventários reais e preditos por Cadeias de Markov. Os resultados obtidos através das análises de ordenação e aleatorização destes inventários demonstram que as Cadeias de Markov, podem ser uma ferramenta útil na previsibilidade de dinâmica temporal da vegetação campestre. A validação do modelo indicou uma tendência das trajetórias e dos valores preditos para grupos de Tipos Funcionais de plantas, serem mais adequados para as parcelas sobre influencia de pastejo. A difusão deste modelo, como ferramenta de manejo das áreas sobre pastejo, depende ainda de novas validações, utilizando-se novos grupos de dados, para isso se torna necessário o fortalecimento do intercâmbio de informações entre os grupos de pesquisa nesta área.

Palavras-chave: Cadeias de Markov; gramíneas; fogo; pastejo; exclusão

TEMPORAL GRASSLANDS VEGETATION DYNAMICS BASED ON PLANT FUNCTIONAL TYPES

ABSTRACT: This research is based in the hypothesis that vegetation can be described as a function of functional diversity, in the specific case plants' Functional Types, formed by grasses, which can be used to simplify grasslands diagnosis and it can make possible modeling this systems. Typical grasslands disturbance factors, as grazing and burning and their interactions, combined with relief position, expresses the scenarios which should be modeled along the time, using data from real relévés and that predict by Markov Chains. Results from ordination analysis and from randomization tests shows that Markov Chains can be a useful tool in predicting temporal dynamics of grasslands vegetation. Model validation showed a tendency of trajectories and of predicted values of functional groups, to be more suitable for plots under grazing. Using this model, as a management tool for areas under grazing, is in the dependence of new validation researches, using new data, but for this is necessary to make strong the exchange of informations among research groups in this area.

Key-words: Markov chains; grasses; fire; grazing; exclusion

INTRODUÇÃO

Os campos do Rio Grande do Sul (RS) estão inseridos em dois biomas brasileiros: Mata Atlântica e Pampa (IBGE, 2004), sendo a pecuária a principal atividade econômica na área. Estes biomas estão expostos a vários tipos de ameaças, entre elas o estabelecimento de espécies exóticas, tanto para pastoreio quanto para florestamento e, a contínua expansão da fronteira agrícola (BILENCA e MIÑARRO, 2004, PILLAR *et al.*, 2006; SOARES *et al.*, 2006). Apresentavam 14.078 milhões de hectares (ha) de pastagens naturais em 1970, valor reduzido a 10.524 milhões de ha em 1996 (IBGE, 2006). Estimativas recentes apontam que sua

superfície esteja atualmente em torno de nove milhões de ha (CARVALHO, 2006).

A sazonalidade na produção de forragem é uma das características deste ecossistema, os campos do RS consistem de uma mistura de espécies megatérmicas C₄ e microtérmicas C₃, com predomínio das primeiras (BURKART, 1975), as quais determinam a dinâmica da produção de forragem ao longo das estações do ano e definem o balanço anual de produção de forragem (CRANCIO *et al.*, 2006). Aliado a este fato, a falta de ajustes adequados por parte do produtor, como aqueles preconizados por Soares *et al.*, (2005) relativo ao ajuste estacional de carga animal das pastagens, determina não somente os modestos índices produtivos observados no RS (70 kg PV.ha⁻¹.ano⁻¹ (NABINGER, 2006)), como contribui para outras perdas. Entre essas estão a degradação do ambiente com a fragmentação da paisagem, perda de biodiversidade, erosão dos solos, invasão biológica, poluição das águas e degradação dos solos (CARVALHO *et al.*, 2006). Em alguns casos, a falta de ajustes pode induzir à utilização de uma ferramenta de manejo bastante contestada e inclusive proibida pela legislação ambiental, a utilização do fogo.

Um mesmo tipo de bioma pode ter floras diferentes (COUTINHO, 2006). A vegetação é a resultante da ação dos fatores ambientais sobre o conjunto interagente das espécies que coabitam em um espaço contínuo. Ela reflete o clima, a natureza do solo, a disponibilidade de água e de nutrientes, assim como os fatores antrópicos e bióticos (PILLAR *et al.*, 1992; BOLDRINI, 1993). Deste modo, a composição florística dos campos nas diversas regiões fisiográficas apresenta uma ampla diversidade, sendo algumas espécies limitadas geograficamente. Isto torna a abordagem taxonômica inadequada para análise comparativa de vegetação entre regiões geográficas ou entre diferentes habitats dentro da mesma região geográfica (PILLAR e ORLÓCI, 1993). A descrição da diversidade funcional pode permitir passar de uma abordagem descritiva da vegetação, baseada na identificação de espécies, a uma abordagem funcional, fundada nas características morfológicas ou ecofisiológicas, permitindo reagrupar as espécies que apresentam as mesmas características ou traços funcionais (WEIHER *et al.*, 1999; McINTYRE e LAVOREL, 2001; SOSINSKI Jr. e PILLAR, 2004; DURU *et al.*, 2005), simplificando assim a composição da vegetação (DÍAZ *et al.*, 2007).

O estudo de comunidades vegetais com base em tipos funcionais (TF) tem sido aplicado para prever respostas do ecossistema para fogo freqüente (NOBLE e

SLATYER, 1980; PAUSAS, 1999; KEITH *et al.*, 2007), pastejo (McINTYRE *et al.*, 1995; DÍAZ *et al.*, 2007), entre outros distúrbios. Existem poucos trabalhos em pastagens subtropicais sobre o tema (BOGGIANO, 1995; QUADROS, 1999, DÍAZ *et al.*, 2001; CASTILHOS, 2002; SOSINSKI Jr. e PILLAR, 2004; SANTOS *et al.*, 2006; QUADROS *et al.*, 2006; GARAGORRY, 2008), os quais demonstram que a escolha de atributos que possam ser realmente funcionais é bastante relevante e deve ser adaptada aos objetivos do trabalho.

A partir de uma proposta de definição de tipos com base em um conjunto de caracteres (ORLÓCI e ORLÓCI, 1985), busca-se, atualmente, aperfeiçoar a definição de TF de plantas (PILLAR e ORLÓCI, 1993; DÍAZ e CABIDO, 1997; PILLAR e SOSINSKI Jr., 2003) que agrupem a complexidade de espécies e populações apresentando respostas semelhantes às condições do ambiente. A identificação de tipos de plantas e atributos que expliquem e permitam prever as respostas das espécies e comunidades à intensidade de pastejo é uma das principais ferramentas no manejo de sistemas pastoris (DÍAZ *et al.*, 2001). A proposição de que as medidas dos atributos sejam efetuadas apenas em gramíneas (CRUZ *et al.*, 2002; AL HAJ KHALED *et al.*, 2005; QUADROS *et al.*, 2006), pode ser baseada no fato de que, com aproximadamente 10.000 espécies agrupadas em aproximadamente 800 gêneros, a família dos pastos, conhecida como Gramineae ou Poaceae, forma um dos grupos de plantas vasculares mais diversos da Terra (WATSON e DALLWITZ, 1992), constituindo a maior parte da biomassa permanente em áreas de pastagens temperadas (LOUAULT *et al.*, 2005). Estudos realizados nos campos nativos do RS indicam o predomínio das gramíneas. Boldrini (1997) estimou 3000 espécies campestres para o Estado, das quais em torno de 400 seriam gramíneas, Longhi-Wagner (2003) cita 523 gramíneas, esta predominância também é descrita em Araújo (1978); Gonçalves (1980); Girardi-Deiro e Gonçalves (1987); Boldrini (1999). Entre algumas espécies com maior frequência e contribuição na massa de forragem destacam-se *Aristida* spp, *Paspalum notatum* Fl., *Andropogon lateralis* Nees, *Axonopus affinis* Chase, entre outras. Sua presença e contribuição na massa de forragem variam de região para região.

Se a composição florística do campo se altera, assim como as características dos grupos funcionais presentes, isto significa que a presença de determinados grupos e respectivas características podem ser utilizadas como ferramentas de diagnóstico da resposta do meio a determinadas condições de manejo e da

dinâmica da pastagem (QUADROS *et al.*, 2006). Desta forma, modelos de simulação espacial e temporal podem ser úteis na definição de estratégias de manejo em sistemas pastoris, além de serem ferramentas úteis na redução do tempo e do custo da experimentação de campo.

O manejo alimentar que vise a manutenção de ambientes pastoris favoráveis à ingestão de nutrientes pelos animais, melhora a sustentabilidade, tanto dos Biomas, quanto das populações que deles se beneficiam direta ou indiretamente. Este trabalho fundamenta-se na hipótese de que o manejo destas pastagens baseado em TF de plantas pertencentes a família Poaceae pode ser utilizado na modelagem da dinâmica temporal da vegetação campestre sob distúrbios (pastejo, fogo e suas interações), com a utilização de modelos estocásticos (Cadeias de Markov).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em área experimental do Departamento de Zootecnia, no Campus da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, sendo a composição botânica da área típica dos campos que formam a região fisiográfica denominada Depressão Central deste Estado (BOLDRINI, 1997). A área está localizada entre as coordenadas 29° 45' S e 53° 45' W, com uma altitude média de 95m acima do nível do mar. O clima da região é subtropical úmido, com temperatura média anual de 19,2 °C e precipitação pluviométrica normal de 1769 mm. A ocorrência de geadas vai de abril a outubro e são comuns períodos de déficit hídrico no verão (dezembro e janeiro, principalmente).

A área foi adquirida pela instituição em 1968, neste período apresentava um aspecto de campo macegoso, com relatos orais de predomínio de *Erianthus angustifolius* Nees e *Sorghastrum* spp., devido à baixa carga animal empregada. A partir da maior utilização desta área, houve uma modificação da composição botânica, passando a predominar a espécie *Andropogon lateralis* Nees, conforme observados em levantamentos da composição botânica realizados na área por Souza (1985), Kersting (1994) e Damé (1995). Não existem registros e nem indícios de que a área tenha sofrido algum tipo de preparo de solo, para fins agrícolas, podendo-se supor que seja uma pastagem natural há centenas de anos.

O solo da área experimental é o da formação Santa Maria, sendo nas áreas de baixada classificado como Planossolo eutrófico com argila de alta atividade e nas áreas de topo e encosta classificado como Podzólico bruno acinzentado distrófico com argila de baixa atividade (EMBRAPA, 1999).

Com relação ao manejo da área, a carga animal é progressivamente aumentada desde o final da estação de monta (15 fevereiro) até o final de março, quando o potreiro é diferido para uso no inverno. Ao longo deste, é utilizado com cargas inferiores a 0,5 unidade animal (UA).ha⁻¹, aumentando-se a carga até mais de duas UA.ha⁻¹ de agosto até dezembro.

Foram selecionadas quatro transecções de 15 m, por posição de relevo (encosta, baixada). As transecções foram localizadas de forma a apresentar vegetação aparentemente homogênea, entre transecções na mesma posição topográfica de relevo. Em cada transecção demarcaram-se 30 quadros contíguos de 0,5 m de lado. O conjunto destes, em uma transecção constitui uma parcela experimental de 0,5 x 15 m. Os quadros foram identificados por pinos de ferro galvanizado, em forma de L, em cada canto da diagonal.

Os tratamentos consistiram de dois fatores, queima da vegetação e exclusão do pastejo, que combinados entre si, constituíram quatro tratamentos assim dispostos: 1) Queimado e excluído do pastejo; 2) Queimado e pastejado; 3) Não queimado e excluído do pastejo; 4) Não queimado e pastejado. As repetições constituíram blocos: encosta e baixada. Sendo adotada a legenda: EEQ= excluído encosta queimado; EENq= excluído encosta não queimado; EBQ= excluído baixada queimado; EBNq= excluído baixada não queimado; PEQ= pastejado encosta queimado; PENq= pastejado encosta não queimado; PBQ= pastejado baixada queimado; PBNq= pastejado baixada não queimado, para as parcelas avaliadas. As parcelas excluídas ficaram em uma área de dois hectares cercada em julho de 1995, enquanto as parcelas não excluídas permaneceram sob pastejo, num potreiro de cerca de 40 ha.

As avaliações a campo foram realizadas de 1995 a 2001, sendo o primeiro inventário realizado em agosto de 1995, antecedendo a utilização do fogo nos tratamentos a serem queimados (19/8/95), e a partir de novembro 1995 nos demais tratamentos. As demais avaliações foram anuais realizadas geralmente no período entre dezembro e fevereiro, devido a maior facilidade para identificação das espécies. O último inventário (7^o) foi realizado em janeiro de 2001.

Cada quadro de 0,5 x 0,5 m foi descrito em sua composição florística, através de listagem das espécies componentes (Apêndice A) e respectivas quantidades médias de biomassa obtidas por estimativa visual (Apêndice B). A avaliação da disponibilidade total de massa de forragem (MF), da participação relativa dos principais componentes e da frequência relativa dos demais componentes da vegetação nativa foi realizada, através de dupla amostragem, seguindo os procedimentos de campo do “Pacote” Botanal (TOTHILL *et al.*, 1992). Os procedimentos foram modificados para incluir todas as espécies presentes, sendo que aquelas que apresentaram menos de 3% da MS disponível tiveram sua participação estimada homogeneamente em uma unidade percentual (1%) para cada espécie.

A partir dos dados registrados da composição botânica da área experimental, nos sete períodos de avaliação, foi realizada uma transformação dos dados. Esta foi baseada nos atributos Teor de Matéria Seca (TMS (g.kg^{-1})) e Área Foliar Específica (AFE ($\text{m}^2.\text{kg}^{-1}$)) da composição de gramíneas da área, formadoras de TF de plantas, sendo as espécies selecionadas *a priori* com base nos trabalhos de Quadros *et al.*, (2006) e Garagorry (2008), as espécies que constituem os grupos de TF são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Grupos de Tipos Funcionais baseados nos atributos Teor de Matéria Seca (TMS (g.kg^{-1})) e Área Foliar Específica (AFE ($\text{m}^2.\text{kg}^{-1}$)) de gramíneas.

Grupos	TMS (g.kg^{-1})	AFE ($\text{m}^2.\text{kg}^{-1}$)	Espécies
A	230	24	<i>Axonopus affinis</i> , <i>Dichanthelium sabulorum</i> (Lam.) Gould et C.A. Clark; <i>Setaria geniculata</i> (Lam.) Beauv.
B	310	16	<i>Andropogon lateralis</i> P*, <i>Coelorachis selloana</i> (Hack.) Camus, <i>Paspalum plicatulum</i> Michx., <i>Paspalum notatum</i> , <i>Schizachirium microstachyum</i> (Desv.) Roseng., Arrill et Izag
C	380	8	<i>Andropogon lateralis</i> T*, <i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) Parodi
D	500	6	<i>Aristida laevis</i> (Nees) Kunth; <i>A. filifolia</i> (Arech.) Herter; <i>Erianthus trinii</i> (Hack.) Hack; <i>Eragrostis bahiensis</i> Schrad. ex Schult.

* P= pastejado; T*= touceira

Fonte: Adaptado de Quadros *et al.*, (2006); Garagorry (2008).

Os valores totais de contribuição na MF em g.0,25m^{-2} , das espécies integrantes dos grupos A, B, C e D, nos sete inventários anuais (1995 a 2001) (Apêndice F)

foram submetidos ao aplicativo Markov.exe (disponível em: <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>), que testa a Markovicidade dos dados, gerando inventários simulados a partir dos dados prévios (inventário(s)) através de Cadeias de Markov. Entende-se por Markovicidade dos dados, a tendência desses poderem ser descritos por uma matriz de transição relativamente estável ao longo do tempo (ORLÓCI *et al.*, 1993). O aplicativo considera a estabilidade dos inventários a partir do momento em que as matrizes n e $n-1$ tiverem uma diferença de composição inferior a um determinado limite. Neste caso o limite foi definido como um valor do coeficiente de Kruskal (K) inferior a 6 %. Os dados dos inventários reais (2º e 7º) e do inventário Markoviano estável (40º) foram submetidos à análise de ordenação por coordenadas principais para identificar as tendências principais de variação temporal e observar as trajetórias de cada parcela experimental. Testes de aleatorização foram utilizados para detectar diferenças entre os tratamentos, utilizando o aplicativo Multiv (PILLAR, 2005). A medida de semelhança utilizada nas comparações foi à distância euclidiana.

Para validação do modelo de predição da dinâmica temporal da vegetação baseada em grupos funcionais, foram gerados inventários Markovianos com os três primeiros inventários reais (1995, 1996 e 1997), sendo que o sétimo inventário da composição de atributos gerado pelo aplicativo Markov.exe, foi comparado através de análises de aleatorização e posterior ordenação, com o sétimo inventário real (2001), utilizando o aplicativo Multiv (PILLAR, 2005), para avaliar a previsibilidade ou não das Cadeias de Markov.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A importância do conhecimento da resposta temporal da vegetação aos principais distúrbios sobre áreas de pastagens naturais vem gerando novos estudos na tentativa de entender e modelar estes sistemas por natureza complexos. Surgem desta forma questionamentos, entre eles: (1º) as fontes de distúrbio (pastejo, fogo e suas interações) e o manejo destes na vegetação campestre podem alterar a direcionalidade na dinâmica de grupos funcionais no tempo? Santos *et al.*, (2006) observaram esta alteração em vegetação sob intensidades de pastejo; (2º) há

definição de TF de plantas que expressem esta relação e, que possam servir de base para práticas de manejo determinantes da dinâmica temporal da MF constituída por TF de interesse forrageiro e que sejam passíveis de previsibilidade desta dinâmica, com o auxílio de modelos de transição (Cadeias de Markov) destes TF em relação ao grau destes distúrbios, pode ser uma ferramenta passível de ser desenvolvida e com aplicabilidade a campo? Na tentativa de responder estas questões são apresentados a seguir os principais resultados obtidos.

A utilização de TF de plantas baseados em atributos das principais espécies de gramíneas baseia-se na importância destas na abundância e cobertura da composição florística e por conseqüência sobre a contribuição forrageira, como observado por Girardi-Deiro e Gonçalves (1987); Boldrini (1999); Boldrini (2007); Quadros e Pillar (2001), nas mais diversas formações campestres do RS. Na presente área em estudo, a importância destas espécies pode ser observada na contribuição percentual desta família (Figuras 1 e 2) em relação ao total de MF das demais espécies contribuintes.

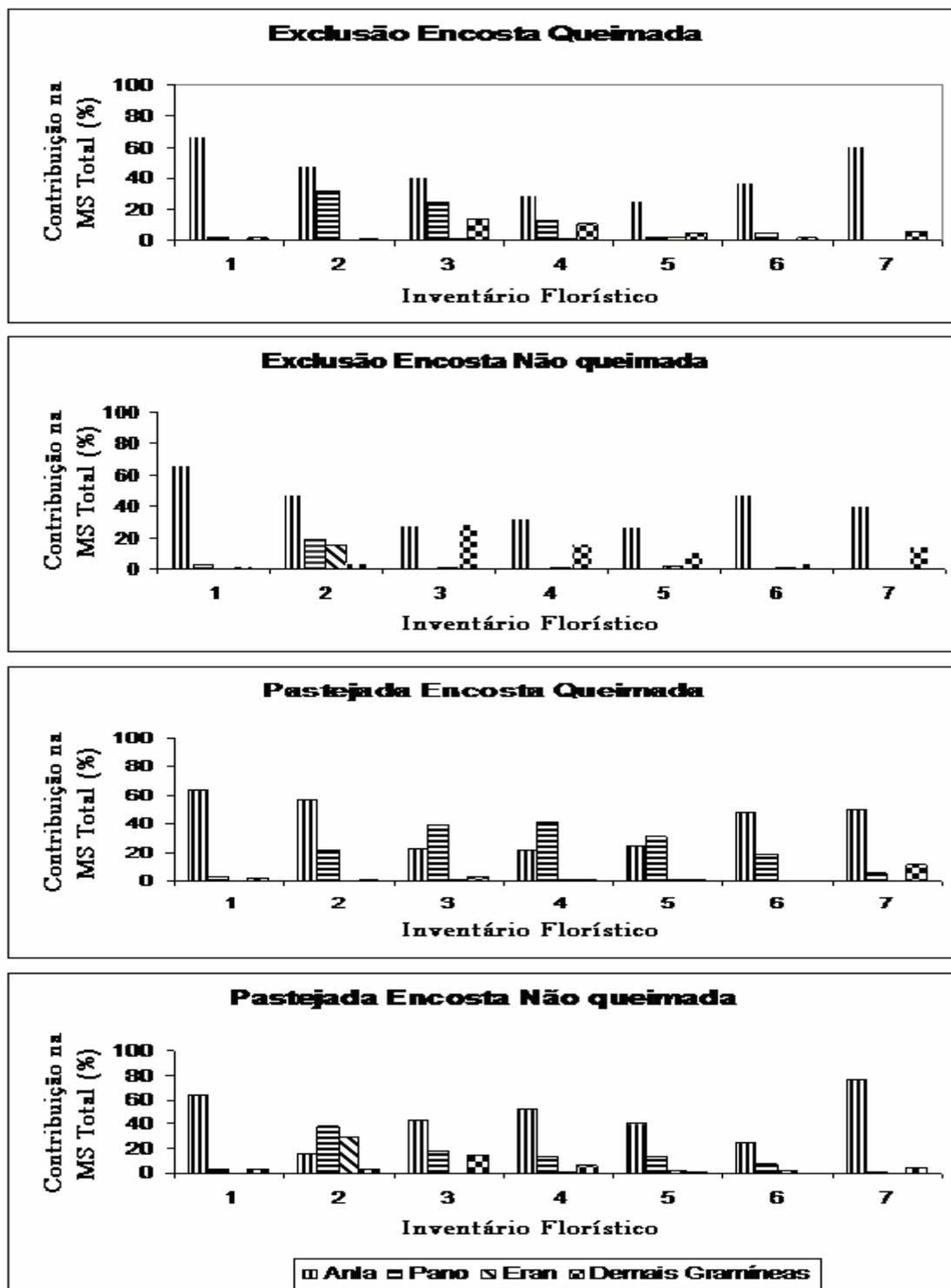


Figura 1 - Contribuição percentual das principais gramíneas na massa de forragem total, em parcelas da posição topográfica Encosta, nos respectivos inventários florísticos. Santa Maria-RS.

No período de realização dos inventários florísticos, foram observadas 29 gramíneas, sendo as de maior contribuição percentual na MF respectivamente: *Anla* (*A. lateralis*), *P. notatum* (Pano) e *E. angustifolius* (Eran), as demais gramíneas são representadas por *Axonopus affinis*, *Coellorachis selloana*, *P. plicatulum*, *Piptochaetium montevidensis*, *Schizachyrium microstachium*, *Eragrostis lugens* Nees, *A. selloanus* (Hack.) Hack., *Dichantherium sabulorum*, *Setaria geniculata*, *Paspalum pumilum* Ness, *Aristida laevis*, *Erianthus saccharoides* Michx., *Briza subaristata* Lam., *Aristida filifolia*, *Eragrostis neesii* Trin, *Paspalum guenoarum* Arech., *Panicum milioides* Nees ex Trin., *Eragrostis bahiensis*, *Axonopus compressus* Beauv., *Paspalum urvillei* Steud, *Schizachyrium tenerum* Nees, *Hipogonium virgatum* (Desv.) Dandy, *A. ternatus* (Spreng.) Nees, *Schizachyrium spicatum* (Spreng.) Herter, *P. Polyphyllum* Nees ex Trin.. A composição florística total observada foi de 139 espécies distribuídas entre as oito parcelas experimentais.

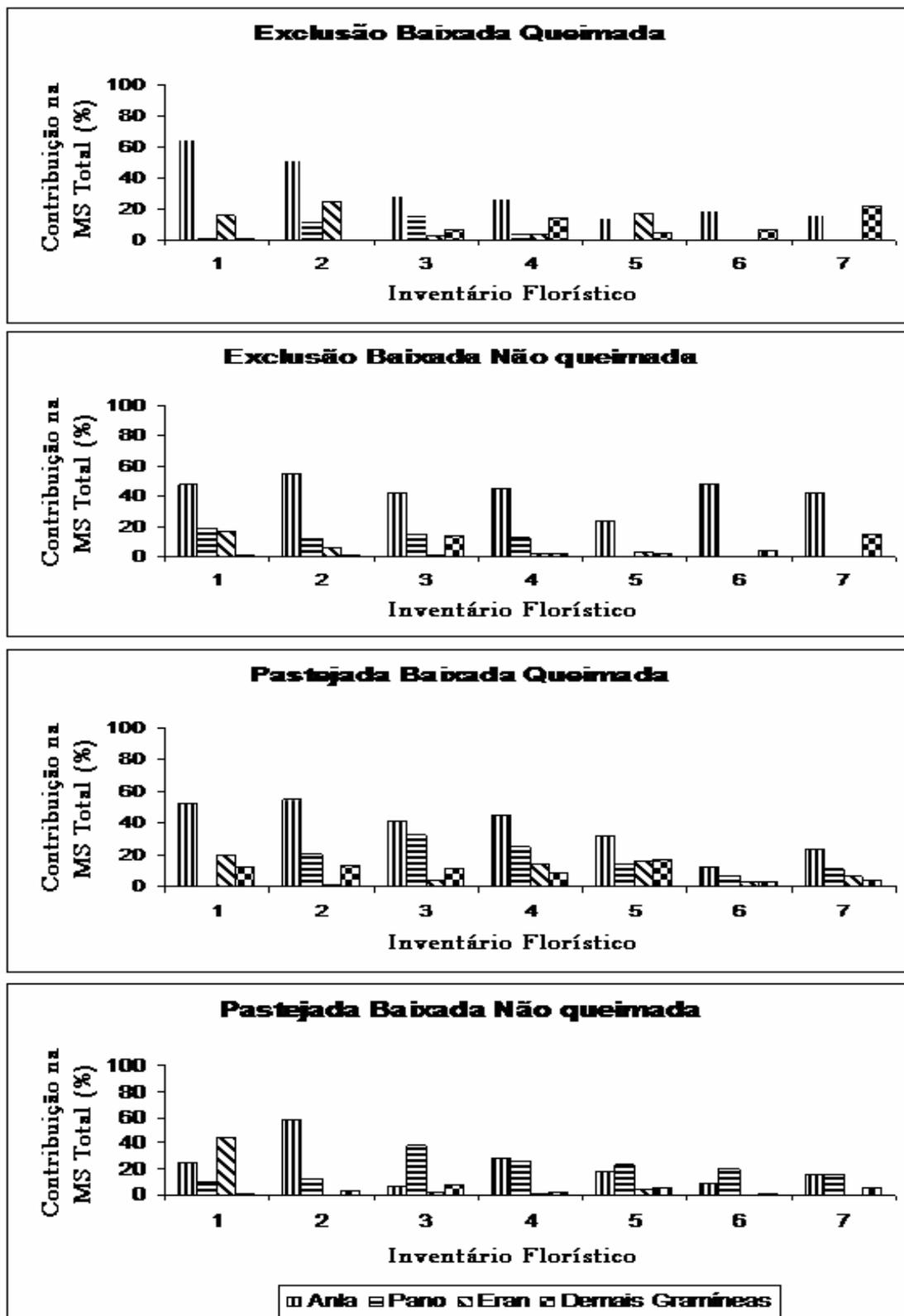


Figura 2 - Contribuição percentual das principais gramíneas na massa de forragem total, em parcelas da posição topográfica Baixada, nos respectivos inventários florísticos. Santa Maria-RS.

Em ambas as posições de relevo (Figura 1 e 2), a espécie *A. lateralis* (Anla) foi a principal espécie contribuinte na MF total das parcelas experimentais avaliadas. Nota-se uma redução desta espécie de forma geral, no tratamento EBQ, PBQ e PBNq (Figura 2), com isso aumentando a probabilidade de que espécies já presentes ou novas espécies que surgirem influenciadas pelos distúrbios, aumentem sua contribuição nestas áreas. Esta abordagem inicial visa demonstrar a importância desta família botânica na MF e em práticas de manejo destas áreas que possibilitem a sua estabilidade no tempo.

Quando se pretende a modelagem destes sistemas sujeitos a diversos distúrbios, Sosinski Jr. e Pillar (2004) e Santos *et al.* (2006) concluem que a utilização de TF permite detectar efeito da intensidade de pastejo, não evidenciado em uma análise baseada na composição por espécies. Desta maneira, a seguir são apresentados os resultados baseados nos grupos de TF apresentados na Tabela 1.

Na Figura 3 são apresentadas as trajetórias de ordenação dos grupos de TF de plantas e dos inventários (2° , 7° e 40°) no plano de ordenação. Os dados das trajetórias de ordenação são apresentados em dois diagramas separados por condição de utilização (Excluído e Pastejado) para melhorar a visualização das trajetórias. Entre os fatores avaliados, houve diferença significativa entre inventários ($P \leq 0,0067$) e entre parcelas do fator pastejo (pastejados x excluídos) ($P = 0,0003$).

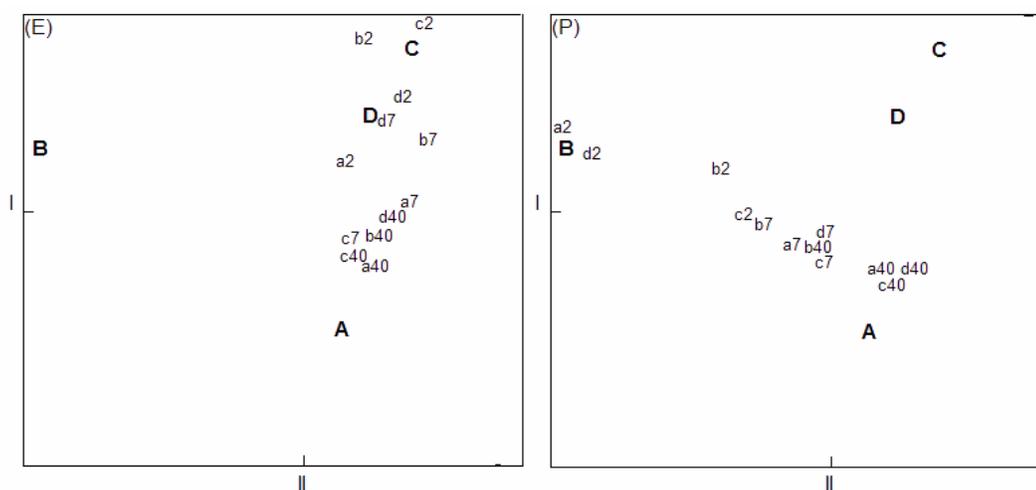


Figura 3 - Diagrama de ordenação dos tipos funcionais de plantas formadores da composição média das transecções das parcelas Excluídas= (E) e Pastejadas (P). Os grupos de tipos funcionais e parcelas estão dispostos no plano de ordenação, de acordo com suas correlações com os eixos I e II. As letras minúsculas seguidas de números indicam as parcelas e os inventários, segundo a legenda: no (E): a= EEQ, b= EENq, c= EBQ, d= EBNq e, no (P): a= PEQ, b= PENq, c= PBQ, d= PBNq; 2= janeiro de 1996, 7= janeiro de

2001 e 40= inventário estável das matrizes de transição Markovianas. Letras maiúsculas representam os respectivos tipos funcionais (A, B, C e D).

Os eixos I e II, explicam 95,1% da variação total dos grupos de TF de plantas nas condições de utilização da pastagem Excluída ou Pastejada, sendo que os eixos I e II representam 60,9 e 34,2%, respectivamente.

Nas áreas sob pastejo (P), a tendência das trajetórias foi direcional, iniciando com os tratamentos correlacionados com plantas pertencentes ao grupo B, principalmente nos tratamentos PEQ e PBNq, e direcionando a trajetória estável para as espécies do TF A. Estas sendo caracterizadas por habilidade em captação de recursos e portanto, mais adaptadas a uma remoção mais frequente de tecidos fotossintéticos (THEAU *et al.*, 2004). A preferência dos animais por determinados TF e a redução gradativa da disponibilidade de forragem imposta pelo pastejo podem definir uma hierarquia na ordem de frequência das diferentes manchas que compõem determinada área de pastagem (SANTOS *et al.*, 2006), sendo o manejo adotado com relação a este fator, um determinante da dinâmica temporal dos TF dentro do sistema pastoril.

As trajetórias de ordenação mostram uma direcionalidade inicial e intermediária diferentes entre as intensidades de pastejo, sendo nos tratamentos excluídos (Figura 3) identificadas correlações principalmente com os grupos C e D, com a tendência da matriz Markoviana estável de direcionalidade posicionar-se nos níveis intermediários entre os grupos A e D.

Os grupos C e D, compostos por espécies cespitosas, foram correlacionados principalmente com as áreas excluídas do pastejo. Theau *et al.*, (2004) e Ansquer *et al.*, (2004) citam que os TF C e D são caracterizados por espécies de conservação de recursos, com valores altos de TMS e baixos valores de AFE e alta duração de vida de folhas. Esta tendência em áreas excluídas pode ser devida à exclusão do pastejo que permitiu o aumento de touceiras de espécies componentes destes grupos, principalmente *A. lateralis* T*, *Aristida laevis*, *A. filifolia* e *Erianthus trini*. Embora o distúrbio com maior efeito tenha sido o pastejo, a queima manteve um grau de perturbação capaz de manter uma maior proximidade das trajetórias com o TF A, como em EBQ e EEQ (Figura 3). Os sistemas com menor grau de perturbação, como EBNq e EENq, estiveram mais afastados das trajetórias previstas pelo modelo Markoviano. Conjetura-se que estas trajetórias simuladas retenham

uma “memória” dos distúrbios passados (principalmente pastejo) anteriores à exclusão das parcelas.

Na Figura 4 são apresentadas as posições no espaço de ordenação geradas a partir do inventário Markoviano estável (40°).

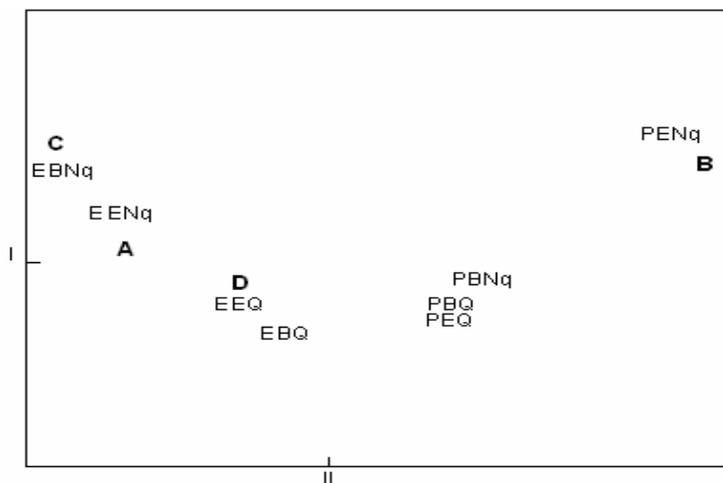


Figura 4 - Diagrama de ordenação dos tipos funcionais de plantas formadoras da composição média das transecções para o inventário Markoviano estável. Os grupos de tipos funcionais e as transecções estão dispostos no plano de ordenação, de acordo com suas correlações com os eixos I e II. As letras A, B, C e D indicam os grupos de tipos funcionais, as demais siglas as transecções.

A análise de aleatorização detectou diferença significativa ($P = 0,001$) na composição média dos TF, entre os três fatores avaliados (Pastejo; Posição Topográfica e Fogo). As interações: exclusão x relevo; exclusão x fogo e relevo x fogo foram significativas ($P = 0,0001$), mas os efeitos dos fatores pastejo e fogo em cada posição de relevo não ($P > 0,14$).

Pode ser observado na Figura 4, uma convergência entre os tratamentos excluídos, sendo correlacionados principalmente com os tipos C e D. Já os tratamentos sob pastejo tenderam a uma situação intermediária entre os grupos B e D, com excessão para PENq que foi altamente correlacionada ao grupo B. Isso pode ser justificado pela grande contribuição de *P. notatum*, a segunda maior nos inventários markovianos. O tratamento com a maior participação dessa espécie (EEQ) tinha também uma grande contribuição de *Erianthus* spp, espécies do grupo de conservação de recursos D.

A possível explicação para o fato do grupo A, que se correlaciona principalmente com EENq, estar posicionado entre os tipos C e D, o que contraria a

inventários. Essa resposta permite afirmar que a metodologia testada pode revelar aplicabilidade quanto a previsibilidade da dinâmica temporal da vegetação com base nos grupos estudados.

Na Figura 5 pode-se notar uma nítida aproximação entre os tratamentos pastejados, principalmente na posição de relevo Baixada (g1, h1, g2 e h2), quando comparadas suas trajetórias reais e Markovianos, estando mais próximos de uma composição de TF A e B. A contribuição de TF B apresenta valores da matriz Markoviana estável semelhantes àqueles observados a campo no inventário de 2001 (Tabela 2). Já nos tratamentos excluídos não queimados (principalmente) a matriz Markoviana apresenta uma maior correlação temporal com os TF A e B. Esta tendência não é compartilhada com os dados reais, os quais demonstram uma nítida participação de TF C e D na MF destas transecções (Tabela 2).

Estes resultados demonstram que, em geral, as matrizes de transição estáveis geradas pelo modelo de Cadeias de Markov apresentam a tendência de supervalorizar a contribuição de TF com baixas representatividades ou subestimar outros, como pode ser observado nas parcelas e respectivos grupos de TF (Tabela 2). Desta forma, seria necessária, para o fator diferimento, a criação de regras pré-definidas que balizariam as matrizes de transição. Como sugestão, poderiam ser utilizadas as regras de um Autômato Celular (BALZTER *et al.*, 1998; WOLFRAM, 2002) ou mesmo “ruídos” (mudanças aleatórias nas matrizes de transição) (ANAND e ORLÓCI, 1996), com a finalidade de criação de regras para a dinâmica dos atores envolvidos, no intuito de melhorar a previsibilidade da dinâmica espaço-temporal ou temporal dos TF. Outra possibilidade seria utilizar uma matriz de transição a partir do quarto ou quinto ano pós-exclusão, quando a “memória” dos distúrbios fosse reduzida.

Tabela 2 - Massa de forragem média (g MS.0,25 m⁻²) em oito transecções representadas pelas matrizes previstas nos inventários Markovianos (M) e observadas a campo no sétimo inventário real (R) das espécies formadoras dos tipos funcionais de plantas de gramíneas. Santa Maria-RS.

Parcelas	Grupos de Tipos Funcionais de Plantas				Σ Massa Forragem (g MS.0,25 m ⁻²)
	A	B	C	D	
EEQ* – M**	0,095	6,65	5,45	0,243	12,44
EEQ – R**	3,64	0,028	42,06	0,0	45,73
EENq – M	6,05	16,37	7,95	0,448	30,82
EENq – R	4,74	1,91	61,49	29,96	98,10
EBQ – M	0,458	9,47	7,26	0,168	17,36
EBQ – R	4,03	7,18	11,21	21,6	44,02
EBNq – M	0,382	20,01	19,49	0,0013	39,88
EBNq – R	2,54	16,74	60,58	21,83	101,69
PEQ – M	0,427	8,9	0,01	0,276	9,61
PEQ – R	0,261	40,5	0,626	0,015	41,40
PENq – M	0,839	34,22	0,02	0,502	35,58
PENq – R	3,15	52,7	0,029	0,0	55,88
PBQ – M	4,87	15,21	0,058	0,045	20,18
PBQ – R	0,592	25,34	0,0	4,18	30,11
PBNq – M	0,733	20,93	0,227	0,0017	21,89
PBNq – R	4,61	25,07	0,0	20,28	49,96

*: EEQ= Excluída Encosta Queimada; EENq= Excluída Encosta Não queimada; PEQ= Pastejada Encosta Queimada; PENq= Pastejada Encosta Não queimada; EBQ= Excluída Baixada Queimada; EBNq= Excluída Baixada Não queimada; PBQ= Pastejada Baixada Queimada; PBNq= Pastejada Baixada Não queimada;

** : M= Markoviano; R= real.

Os somatórios (Σ) das MF previstas (M) e reais (R) (Tabela 2), nas transecções, indicam que em todos os tratamentos ocorrem alterações nos TF entre os inventários e, há uma tendência na redução da MF total. Possivelmente com a classificação de novas espécies de gramíneas poderão ser melhoradas ainda mais estas previsões. Das 29 identificadas na área, apenas 13 possuem estudos e são referenciadas quanto aos atributos TMS e AFE, aqui definidoras dos TF de plantas.

De maneira geral, os resultados da validação do modelo corroboram as conclusões de Balzter (2000), quanto ao potencial da utilização de Cadeias de Markov em análises numéricas e entendimento da trajetória de sucessão das espécies, aqui agrupadas em TF, para simples dinâmicas ecológicas (TUCKER e ANAND, 2005). Também confirmam a proposição de que as medidas dos atributos sejam efetuadas apenas em gramíneas (CRUZ *et al.*, 2002; AL HAJ KHALED *et al.*, 2005; QUADROS *et al.*, 2006) em função de sua importância.

CONCLUSÕES

A metodologia testada, Cadeias de Markov, pode ser utilizada como ferramenta de modelagem de dinâmicas temporais, sob distúrbios diversos. O modelo gera inventários que podem ser úteis como ferramenta de manejo da vegetação atual.

O modelo, usando Tipos Funcionais de plantas, apresenta melhor previsibilidade para áreas sob pastejo.

A difusão deste modelo ainda depende de novas validações, utilizando-se novos grupos de dados, para isso torna-se necessário o fortalecimento e o intercâmbio de informações (de dados e metodologias) entre os grupos de pesquisa nesta área.

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 of Vegetation Science**, v.16, p.391-398, 2005.

ANAND, M.; ORLÓCI, L. Complexity in plant communities: the notion and quantification. **Journal of Theoretical Biology**, v.179, p.179-186, 1996.

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.

ARAÚJO, A.A. **Melhoramento das pastagens**. Porto Alegre: Sulina, 1978. 209p.

BALZTER, H.; BRAUN, P.W.; KÖHLER, W. Cellular automata models for vegetation dynamics. **Ecological Modelling**, v.107, p.113-125, 1998.

BALZTER, H. Markov chain models for vegetation dynamics. **Ecological Modelling**, v.126, p.139-154, 2000.

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

BOGGIANO, P.R. **Relações entre estrutura da vegetação e pastejo seletivo de bovinos em campo natural**. 1995. 150 f. Dissertação (Mestrado – Plantas Forrageiras) –

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

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.

_____. **Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional.** Boletim do Instituto de Biociências/UFRGS. n.56, 39p., 1997.

_____. **Alternativas de incremento forrageiro de pastagens naturais do RS. Levantamento florístico.** Relatório Técnico. 32p. 1999.

_____. Formações campestres no sul do Brasil: origem, histórico e modificadores. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL. Ênfase: Sustentabilidade Produtiva do Bioma Pampa, 2, 2007. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS. p.7-13. 2007.

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

CARVALHO, P.C.F. *et al.* Produção Animal no Bioma Campos Sulinos. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 35, Suplemento Especial, p. 156-202, 2006.

CARVALHO, P.C.F. Access to land, livestock production and ecosystem conservation in the Brazilian Campos biome: the natural grasslands dilemma. In: International Conference on Agrarian Reform and Rural Development. FAO, **Proceedings...** 2006. Disponível em www.fao.org/icarrd. Acesso em 10 jun. 2007.

CASTILHOS, Z.M.S. **Dinâmica vegetacional e tipos funcionais em áreas excluídas e pastejadas sob diferentes condições iniciais de adubação.** 2002. 103f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

COUTINHO, L.M. O conceito de bioma. **Acta Botânica Brasilica**, v.20, n.1, p.13-23, 2006.

CRANCIO, L.A. *et al.* Ganho de peso de novilhos em pastagem nativa da Serra do Sudeste do RS submetida ao controle de plantas indesejáveis e intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1265-1271, 2006.

CRUZ, P. *et al.* Une nouvelle approche pour caractériser les prairies naturelles et leur valeur d'usage. **Fourrages**, v.172, p.335-354, 2002.

DAMÉ, P.R.V. **Efeitos de queima seguida de pastejo ou diferimento sobre a vegetação e mesofauna do solo de uma pastagem natural.** 1995. 168f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1995.

DÍAZ, S.; CABIDO, M. Plant functional types and ecosystem function in relation to global change. **Journal of Vegetation Science**, v. 8, n. 4, p. 463-474, 1997.

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

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

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA-SCT, 1999. 412p.

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

GIRARDI-DEIRO, A.M.; GONÇALVES, J.O. Estrutura da vegetação de um campo natural submetido a três cargas animais na região sudoeste do RS. In: EMBRAPA-CNPO. **Coletânea das pesquisas: forrageiras**. Bagé, CNPO 1:33-62 (EMBRAPA-CNPO. Documentos, 3). 1987.

GONÇALVES, J.O.N. As principais forrageiras de ocorrência natural no Rio Grande do Sul. In: SEMINÁRIO SOBRE PASTAGENS - DE QUE PASTAGENS NECESSITAMOS, 1980, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Federação da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul, 1980. p.59-73.

IBGE _ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 10 nov. 2006.

_____. 2006. Censo Agropecuário de 1995-1996. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 out. 2006.

KEITH, D.A.; HOLMAN, L.; RODOREDA, S. Plant functional types can predict decade-scale changes in fire-prone vegetation. **Journal of Ecology**, v.95, p.1324-1337, 2007.

KERSTING, C.E.B. **Avaliação dos efeitos da queima, seguida de pastejo ou diferimento em uma pastagem natural**. 1994. 122f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1994.

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

LONGHI-WAGNER, H.M. Diversidade florística dos campos sul-brasileiros: Poaceae. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 54, 2003. **Anais...** Belém: Sociedade Botânica do Brasil, p.117-120, 2003.

McINTYRE, S.; LAVOREL, S.; TRÉMONT, R.M. Plant life history attributes: their relationship to disturbance response in herbaceous vegetation. **Journal of Ecology**, v.83, p.31–44, 1995.

McINTYRE, S.; LAVOREL, S. Livestock grazing in subtropical pastures: steps in the analysis of attribute response and plant functional types. **Journal of Ecology**, v.89, p.209-226, 2001.

NABINGER, C. Manejo e produtividade das pastagens nativas do subtropico brasileiro. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 1, 2006. **Anais...** Canoas: Ed. ULBRA, 2006, p.25-76.

NOBLE, I.R.; SLATYER, R.O. The use of vital attributes to predict successional changes in plant communities subject to recurrent disturbances. **Vegetatio**, v.43, p.5-21, 1980.

ORLÓCI, L.; ORLÓCI, M. Comparison of communities without the use of species: model and example. **Annals of Botany**, v.43, p.275-285, 1985.

ORLÓCI, L.; ANAND, M.; HE, X.S. Markov chain: a realistic model for temporal coenoser? **Biometrie-Praximetrie**, v.33, p.7-26, 1993.

PAUSAS, J.G. Mediterranean vegetation dynamics: modelling problems and functional types. **Plant Ecology**, v.140, p.27-39, 1999.

PILLAR, V.D. **MULTIV: multivariate exploratory analysis, randomization testing and bootstrap resampling**. Porto Alegre: Departamento de Ecologia, UFRGS, 2005. Disponível em: <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>. Acesso em: 10 jan. 2006.

PILLAR, V.D.P.; JACQUES, A.V.A.; BOLDRINI, I.I. Fatores de Ambiente Relacionados a Variação da Vegetação de um Campo Natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.8, p.1089-1101, 1992.

PILLAR, V.D.P.; ORLÓCI, L. **Character-based community analysis: the theory and an application program**. Haia: SPB Academic, 1993. 270p.

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

PILLAR, V.D.P. *et al.* **Estado atual e desafios para a conservação dos campos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2006, 24p. Disponível em: <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/arquivos/Reprints&Manuscripts/Estado_Atual_e_Desafios_Conservacao_Campos_Workshop.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2006.

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

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

QUADROS, F.L.F. *et al.* Uso de tipos funcionais de gramíneas como alternativa de diagnóstico da dinâmica e do manejo de campos naturais. In: REUNIÃO ANUAL DA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. (CD-Rom).

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.

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

SOARES, A.B. *et al.* Efeitos de diferentes intensidades de pastejo em pastagem nativa melhorada sobre o desempenho animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.75-83, 2006.

SOSINSKI Jr.; E.E.; PILLAR, V.D.P. Respostas de tipos funcionais de plantas à intensidade de pastejo em vegetação campestre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.1, p.1-9, 2004.

SOUZA, J.M. **Determinação do rendimento e da composição botânica de uma pastagem natural**. 1985. 120f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, 1985.

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.

TOTHILL, J.C. *et al.* Botanal - A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. 1. Field sampling. **Tropical Agronomy Technical Memorandum**, n.7, 24p., 1992.

TUCKER, B.C.; ANAND, M. On the use of stationary versus hidden Markov models to detect simple versus complex ecological dynamics. **Ecological Modelling**, v.185, p.177-193, 2005.

WATSON, L.; DALLWITZ, M.J. **The grass genera of the world**. University Press, Cambridge, UK. 1992.

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

WOLFRAM, S. **A new kind of Science**. Wolfram Media, Champaign, Illinois. 2002.

APÊNDICES

Apêndice A - Lista das espécies e respectivo número de registro (N.R.), observadas nas oito parcelas amostrais fixas, ao longo dos sete inventários da composição florística, realizados de agosto de 1995 a janeiro de 2001, na invernada da Tapera, Área Nova, Campus da UFSM. Santa Maria-RS.

Família	Nome Científico	N. R.	Determinador	Cód.
Amaranthaceae	<i>Pfaffia tuberosa</i>	22	(Spreng.) Hitck.	Pftu
Boraginaceae	<i>Moritzia ciliata</i>	77	(Cam.) DC	Moci
Bromeliaceae	<i>Dyckia leptostachya</i>	34	Baker	Dyle
	<i>Dyckia sp</i>	115	---	Dysp
Campanulaceae	<i>Pratia hederacea</i>	10	(Cham.) Presl.	Prhe
Compositae	<i>Ageratum conizoides</i>	52	L.	Agco
	<i>Aspilia montevidensis</i>	76	(Spreng.) Kuntze	Asmo
	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	102	DC.	Badr
	<i>Baccharis trimera</i>	05	(Less.) DC.	Batr
	<i>Chaptalia sinuate</i>	48	(Less.) Baker	Chsi
	<i>Chevreulia acuminata</i>	25	Less.	Chac
	Compositae sp1	56	---	Cosp1
	Compositae sp2	79	---	Cosp2
	<i>Conyza bonariensis</i>	84	Spreng.	Cobo
	<i>Conyza sp2</i>	99	---	Consp
	<i>Elephantopus mollis</i>	36	H. B. K.	Elmo
	<i>Eupatorium ascendens</i>	78	Schultz-Bip.	Euas
	<i>Eupatorium christeanum</i>	88	Hook. et Arn.	Euch
	<i>Facelis retusa</i>	42	(Lam.) Sch. Bip.	Fare
	<i>Gamochoeta americana</i>	04	(Mill.) Weddell	Gaam
	<i>Gamochoeta sp</i>	80	---	Gasp
	<i>Orthopapus angustifolius</i>	32	(Sw.) Gleason	Oran
	<i>Pterocaulon alopecuroides</i>	11	(Lam.) DC.	Ptal
	<i>Pterocaulon polystachyum</i>	92	DC.	Ptpo
	<i>Pterocaulon spp.</i>	62	---	Ptespp
	<i>Senecio heterotrichis</i>	74	Spreng.	Sehe
	<i>Senecio selloi</i>	08	(Spreng.) DC.	Sese
	<i>Senecio 3</i>	98	---	Sene3
<i>Taraxacum officinarum</i>	69	Weber	Taof	
<i>Vernonia flexuosa</i>	33	Sims	Vefl	
<i>Vernonia nudiflora</i>	07	Less.	Venu	
Convolvulaceae	<i>Dichondra macrocalyx</i>	54	Meisser	Dima
	<i>Dichondra sericea</i>	40	Sw.	Dise
	<i>Evolvulus sericeus</i>	94	Sw.	Evse
Cyperaceae	<i>Cyperus brevifolius</i>	16	(Rottb.) Hassk.	Cybr
	<i>Eleocharis elegans</i>	53	(Kunth) Roem. & Schult.	Elle
	<i>Fimbristylis diphylla</i>	27	(Retz.) Vahl	Fidi
Droseraceae	<i>Drosera brevifolia</i>	57	Pursh	Drbr
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia selloi</i>	90	(Kl. et Gke.) Boiss.	Euse

Apêndice A - Continuação...

Gramineae	<i>Andropogon lateralis</i>	01	Nees	Anla
	<i>Andropogon selloanus</i>	29	(Hack.) Hack.	Anse
	<i>Andropogon ternatus</i>	121	(Spreng.) Nees	Ante
	<i>Aristida filifolia</i>	67	(Arech.) Herter	Arfi
	<i>Aristida laevis</i>	49	(Nees.) Kunth	Arla
	<i>Axonopus affinis</i>	03	Chase	Axaf
	<i>Axonopus compressus</i>	113	Beauv.	Axco
	<i>Briza subaristata</i>	63	Lam.	Brsu
	<i>Calamagrostis viridiflavescens</i>	87	(Poir) Steud.	Cavi
	<i>Coelorhachis selloana</i>	12	(Hack.) Camus	Cose
	<i>Dichantherium sabulorum</i>	31	(Lam.) Gould et C.A. Clark	Disa
	<i>Eragrostis airoides</i>	110	Nees	Erai
	<i>Eragrostis bahiensis</i>	112	Schrad. ex Schult.	Erba
	<i>Eragrostis lugens</i>	26	Nees	Erlu
	<i>Eragrostis neesii</i>	71	Trin	Erne
	<i>Erianthus angustifolius</i>	28	Nees	Eran
	<i>Erianthus saccharoides</i>	61	Michx.	Ersa
	<i>Hypogynium virgatum</i>	120	(Desv.) Dandy	Hyvi
	<i>Panicum hians</i>	130	Elliott	Pahi
	<i>Panicum milloides</i>	93	Nees ex Trin.	Pami
	<i>Paspalum guenoarum</i>	72	Arech.	Pagu
	<i>Paspalum notatum</i>	02	Fl.	Pano
	<i>Paspalum plicatulum</i>	13	Michx.	Papl
	<i>Paspalum polyphyllum</i>	127	Nees ex Trin.	Papo
	<i>Paspalum pumilum</i>	43	Nees	Papu
	<i>Paspalum urvillei</i>	114	Steud	Paur
	<i>Piptochaetium montevidensis</i>	15	(Spreng.) Parodi	Pimo
	<i>Schizachirium microstachyum</i>	20	(Desv.) Roseng., Arrill et Izag.	Scmi
	<i>Schizachirium spicatum</i>	125	(Spreng.) Herter	Scsp
	<i>Schizachirium tenerum</i>	119	Nees	Scte
	<i>Setaria geniculata</i>	38	(Lam.) Beauv.	Sege
	<i>Setaria sp</i>	59	- - -	Sesp
Gesneriaceae	<i>Corytholoma allagophyllum</i>	95	(Mart.) Fritsch	Coal
Hypoxidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i>	14	L.	Hyde
Iridaceae	<i>Allophia pulchella</i>	68	Herb.	Alpu
	<i>Sisyrinchium laxum</i>	50	Otto ex Sims	Sila
	<i>Sisyrinchium spp.</i>	65	- - -	Sispp
Labiateae	<i>Salvia procurrens</i>	89	Benth.	Sapr
	<i>Scutellaria racemosa</i>	108	Pers	Scra
Leguminosae	<i>Aeschynomene falcate</i>	17	(Poir.) DC.	Aefa
	<i>Chamaecrista repens</i>	111	(Vogel) Irwin et Barneby	Chre
	<i>Crotalaria tweediana</i>	82	Benth.	Crtw
	<i>Desmanthus depressus</i>	64	Humb. et Bonpl. ex Willd.	Dede
	<i>Desmodium adscendens</i>	06	(Sw.) DC.	Dead
	<i>Desmodium barbatum</i>	58	(L.) Benth.	Deba
	<i>Desmodium incanum</i>	09	DC.	Dein

Apêndice A - Continuação...

Leguminosae	<i>Desmodium triarticulatum</i>	45	Malme	
	<i>Eriosema campestris</i>	101	Benth.	Erca
	<i>Eriosema</i> spp.	96	- - -	Erspp
	<i>Eriosema tacuarembensis</i>	81	Vog.	Erta
	<i>Macroptilium prostratum</i>	126	(Benth.) Urb.	Mapr
	<i>Stylosanthes leiocarpa</i>	21	Vog.	Stle
	<i>Stylosanthes montevidensis</i>	97	Vog.	Stmo
	<i>Tephrosia adunca</i>	122	Benth.	Tead
Liliaceae	<i>Zornia dyphyla</i>	19	Benth.	Zody
	<i>Nothoscordum gaudichaudianum</i>	85	Kunth	Noga
Lythraceae	<i>Cuphea glutinosa</i>	83	Cham. et Schlecht.	Cugl
	<i>Cuphea ingrata</i>	18	Cham. et Schlecht.	Cuin
Malvaceae	<i>Sida regnellii</i>	75	R.E. Freis	Sire
	<i>Sida rhombifolia</i>	44	L.	Sirh
	<i>Sida</i> spp.	103	- - -	Sisp
Melastomataceae	<i>Tibouchina gracilis</i>	23	(Bonpl.) Coqn.	Tigr
Oxalidaceae	<i>Oxalis brasiliensis</i>	24	Lodd.	Oxbr
Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i>	30	Lam.	Plau
Polygalaceae	<i>Polygala linoides</i>	73	Poir.	Poli
	<i>Polygala pumila</i>	124	Nor.	Popu
Polygonaceae	<i>Polygonum hydropiperoides</i>	91	Michx.	Pohy
Primulaceae	<i>Anagalis arvensis</i>	66	L.	Anar
Polypodiaceae	<i>Pteridium</i> sp.	129	- - -	Ptesp
Rubiaceae	<i>Borreria</i> spp.	100	- - -	Rubi
	<i>Borreria acuminata</i>	116		Boac
	<i>Borreria eryngioides</i>	105	(Cham. et Schlecht.	Boer
	<i>Borreria verticilata</i>	41	(L.) G.F.W.Mey.	Bove
	<i>Relbunium richardianum</i>	47	(Gill. ex Hook. et Arn.) Hicken	Reri
	<i>Richardia brasiliensis</i>	60	Cham. et Schlecht.	Ribr
	<i>Richardia</i> sp2	70	- - -	Risp2
Scrofulariaceae	<i>Buchnera longifolia</i>	35	L.	Bulo
	<i>Buchnera</i> sp2	117	---	Busp2
	<i>Angellonia integerrima</i>	86	Spreng.	Anin
	<i>Scrofulariaceae</i> sp2	123	- - -	Scro2
Solanaceae	<i>Petunia integrifolia</i>	51	(Hook.) Schinz et Thellung	Pein
	<i>Petunia brevifolia</i>	55		Pebr
Turneraceae	<i>Piriqueta selloi</i>	109	Urb.	Pise
Umbelliferae	<i>Apium leptophyllum</i>	106	(Pers.) F. Muell.	Aple
	<i>Centella asiatica</i>	39	(L.) Urb.	Ceas
	<i>Eryngium ciliatum</i>	37	Cham. et Schlecht.	Erci
	<i>Eryngium ebracteatum</i>	104	Cham. et Schlecht.	Ereb
	<i>Eryngium horridum</i>	46	Malme	Erho
	<i>Eryngium sanguisorba</i>	118	Cham. & Schltldl.	Erysa
Verbenaceae	<i>Glandularia</i> sp.	107	-	-

Obs: Algumas espécies (spp) indeterminadas, foram denominadas de: Inde01= sp128; Inde02= sp130; Inde03= sp131; Inde04= sp132; Inde05= sp133; Inde06= sp134; Inde07= sp135; Inde08= sp136; Inde09= sp137; Inde10= sp138 e Inde11= sp139.

Apêndice B – Massa de forragem (gMS.0,25m⁻²), valores médios de 30 quadros amostrais, expressos por espécies (número da espécie), ao longo dos sete inventários da composição florística (08/1995 a 01/2001). Parcelas PEQ e PENq.

Ano ⇒ Espécie ↓	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
	PEQ		PENq	PENq	PENq	PENq	PENq	PENq	PENq						
1	11,72	46,87	22,21	36,57	58,44	33,81	42,06		28,99	91,76	26,39	39,7	71,97	105,29	60,99
2	0,45	30,79	13,1	16,36	6,13	4,14	0		0,97	36,95	0,33	0,48	0	0	0
3	0,01	0	0	0	0,14	0	0		0,07	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0,04	0,21	0	1,33		0	0	0,04	0	0,08	0,07	0
5	1,03	3,39	0,16	0,024	1,35	0,08	0,07		1,75	0	0,02	0,04	1,17	3,46	0
6	0	0,087	0,019	0	0	0,04	0		0,04	0	0,052	0,03	0	0	0,143
7	0,58	5,99	4,54	14,44	8,78	1,86	0,58		0,4	0,83	0	0,85	0,45	0	0
8	0	0	0	0,18	0,07	0,7	0		0,43	0,42	0	0,25	3,29	0,41	0,1
9	0,156	0,773	0,53	0,57	0,58	0	0,022		0,47	1,38	0,76	0,81	2,66	0,64	0,1
10	0,01	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
11	0	0,027	0	0	2,03	1,55	0,15		0,49	10,28	0	0	0,734	0	0,05
12	0	0	7,14	0	0	0	0		0	0	19,58	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0,028		0,017	0,153	0	0	0,076	0	0,166
14	0,147	0,56	0	0,229	10,85	2,19	0		0,257	0,473	1,06	5,18	8,58	0,93	0,304
15	0,167	0,633	0,048	0,057	0,059	0	0		0,333	0	0,026	0,031	0	0	0,498
16	0,027	0	0,253	0,27	1,66	0,418	0,046		0	0	1,52	0,044	0,722	0,072	0
17	0	0,257	0	0	0,213	1,05	0,098		0,227	0,063	0	0	0,179	0	0,407
18	0	0,023	0,105	0,229	0,323	0,337	0		0,02	0	0,407	0,327	1,07	0,842	0
19	0	0,097	0	0	0,059	0	0		0,077	0,07	0	0,21	0	0	0,077
20	0,093	0	0,032	0,101	0,87	0	0		0,237	6,61	0,833	0,514	1,78	0,641	1,74
21	0	0,24	0,169	7,97	22,79	0,845	0,172		0,11	0,08	11,58	5,25	25,07	27,53	0
22	0,02	0,227	0,077	0,235	0,291	0,031	0		0,013	0,337	0	0,141	0	0	0
23	0,143	1,15	0,18	0,239	0,061	0,086	5,39		0,17	0,943	0,024	0,184	0,088	0	4,61
24	0,32	0	1	10,65	8,19	7,58	0		0,03	0	0,409	1,85	7,44	1,34	0
25	0,033	0	0	0	0	0	0		0,103	0,373	0,063	0,141	0,091	0	0
26	0,02	0,027	0,015	0,044	0,409	0	0		0	0	0,197	0,178	0	0	0,434
27	0,35	0,64	0	0,036	0,064	0	0,052		0,47	2,03	0	0,033	0	0	0
28	0	0	0,588	1,04	5,51	0,078	0		0	30,4	0,592	1,36	4,59	0,974	0,151
29	0,08	0,613	0	0,044	1,63	0,026	0		0,137	1,13	0,036	0	0	0,072	0
30	0,077	0,49	0	0	0	0	0		0,267	1,66	0	0	0	0	0
31	0	0,027	0,246	0,283	0	0,02	3,62		0	0,077	0,376	0,615	0,448	0	4,68
32	0,013	0	0,211	0,441	6,81	1,6	1,76		0	0	0,551	1	10,06	3,57	0
33	0,047	0,02	0	1,31	1,62	0,488	1,33		0	0	0	0,447	2,93	0	0,842
34	0,007	0	0,097	3,57	5,84	0,787	0,017		0	0	0	0,126	0	1,01	0
35	0,017	0,057	0	0	0	0	0		0,383	0,063	0	0	0	0	0
36	0,02	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
37	0,22	0,323	0	0	0	0	1,58		0,123	0,06	0	0	0	0	0,852
38	0	0	0	5,73	9,69	1,21	0,022		0	0,07	6,47	11,15	25,25	7,08	0,057
39	0,017	0,143	0,049	0	0	0	0		0,07	0,083	0,032	0	0	0	0,052
40	0,01	0	0,052	0	0,352	0,08	0		0	0	0	0,064	0	0,069	0,156
41	0	0	0	0,991	0,068	0	0		0	0	0,028	0,75	0	0	2,42
42	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0,032	0	0	0	0,078
43	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
44	0,233	0	0	0	0	0	0		1,35	0	0	0	0	0	0
45	0,05	0	0	0,105	0,149	0	0		0	0	0	0,165	0	0	0
46	0,053	0	0	0	0	0	0		0,023	0	0	0	0	0	0
47	1,3	1,46	0,62	6,44	5,76	3,33	0		4,16	3,23	2,67	3,49	6,85	4,78	0
48	0	0	0	0,211	0	0,119	0		0,057	0	0	0,134	0,091	0	0
49	0	0	0	0	0,068	0	0		0	0	0	0	0	0	15,19

Apêndice B – Continuação Massa de forragem (gMS.0,25m²)....para as parcelas EEQ e EENq.

Ano ⇒	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Espécie ↓	EEQ		EENq												
1	8,85	106,8	7,91	10,39	12,53	53,87	30,86		32,09	22,19	17,65	57,87	34,37	24,24	52,12
2	0,44	41,1	13,43	20,1	15,89	21,23	3,5		1,6	54,14	7,27	15,01	12,1	7,87	0,57
3	0	0	0,42	0,01	0,04	0	0		0	1,1	0,01	0	0	0	0
4	0	0	0,01	0	0,28	0,3	0,16		0	0	0	0	0	0	0,03
5	0,75	0	1,52	1,12	4,83	6,36	3,12		0,007	0	0,014	0	0,17	4,09	2,46
6	0,053	0	0,114	0,185	0,34	0,26	0,064		0	0,993	0,034	0,376	0	0,074	0,024
7	0,017	9,42	5,72	10,79	9,26	10,51	3,15		2,84	3,06	1,2	3,06	1,53	1,57	0,02
8	0,22	0	0	0,02	0	0,04	0		0,027	2,57	0,46	2,18	1,3	0,12	0,36
9	0,127	1,3	0,26	0,3	0,4	0,76	0,402		0,51	2,16	0,33	0,91	3,63	1,83	0,963
10	0	0	0	0	0	0	0		0,023	0	0	0,011	0	0	0
11	0	0,14	0	0	0,083	0,1	0,11		0,023	0	0	0	0	0	0,26
12	0	0	0,48	0	0	0	0		0	0	5,28	6,79	0	0	0
13	0	0	0	0	0,038	0	0,35		0	1,83	0,013	0,027	0,215	0	0,011
14	0,203	0,236	0,02	0,048	0,123	0,085	0,069		0,363	0,88	0	0,56	0,108	0	0
15	0,097	1	0,063	0,065	0,016	0	0,626		0,457	0,023	0,086	0,185	0,401	0	0,029
16	0	0	0,4	0,125	0,593	1,24	0,015		0	0	0,297	0,466	2,05	0,9	0,03
17	0,05	0,32	0	0,013	0,191	0,057	0,112		0,203	0,137	0	0	0	0,012	0,073
18	0,01	0,053	0,121	0,115	0,075	0,464	0		0,063	0,337	0,107	0,298	0,108	0,267	0
19	0	0,173	0	0	0	0	0		0	0	0,009	0,135	0,142	0	0
20	0,203	0,433	0,01	0,016	0,207	0,036	5,79		0,873	0,383	0	0,024	0	0	0
21	0	0,34	0	0	0	7,8	0,092		0,12	0,15	0,014	0,394	0,585	0,352	0,173
22	0	0,06	0,069	0,073	0,055	0,022	0,084		0,227	0,26	0,05	0,049	0,017	0	0
23	0,05	5,9	0,098	0,096	0,031	0,227	5,52		0,077	1,37	0,105	0,423	0,234	0	1,92
24	0,32	0	1,41	1,86	1,06	2,03	0		0	0,073	0,135	0,26	0,684	0,129	0
25	0	0,163	0	0	0	0	0,059		0,08	0,1	0	0	0	0	0
26	0	0	0,018	0,134	0,069	0,294	0		0	0,05	0,116	0,192	0,187	0,122	0
27	0,207	2,4	0	0	0,034	0,118	0,826		0,323	0,877	0,026	0,07	0,302	0	0,37
28	0	0	0,283	0,441	0,249	0,278	0		0	42,79	0,203	0,666	2,27	1,94	0
29	0,13	4,36	0	0	0	0,043	0		0,333	0,193	0	3,12	0,796	20,59	0
30	0,18	0,673	0	0	0	0,065	0		0,28	1,11	0	0	0,019	0	0
31	0,013	0,04	0,117	0,135	0,068	0,111	0,243		0	0	0,286	0,286	0,065	0,125	2,66
32	0,03	0	0,159	0,266	0,373	0,82	0,564		0,017	0	0,202	0,29	1,83	0,667	1,87
33	0,037	0	0	0,08	0,456	0,042	0,564		0	0	0	0,218	1,74	0,327	0,069
34	0,017	0	0	0,166	0,962	0,365	0		0	0	0	0,403	0,978	0,152	0
35	0,027	0,43	0	0	0	0,036	0		0,143	1,17	0	0	0	0	0
36	0,033	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
37	0,19	0,363	0	0	0	0	0,085		0	0,997	0	0	0,071	0	0,714
38	0,01	0,123	0,007	0,01	0,092	0,078	0,018		0	0,487	0,145	0,186	0,498	0	0,492
39	0,013	0,24	0,009	0	0	0,1	4,36		0,007	0,243	0,012	0	0	0	0
40	0	0	0,135	0,278	0,896	0,565	0,216		0	0	0	0,036	0	0	0
41	0	0	0,009	0,247	0,031	0	0,033		0	0	0	0,079	0,009	0	0
42	0,013	0	0	0	0	0	0,407		0	0	0	0	0,079	0	0
43	0,007	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
44	0	2,38	0	0	0	0	0		2,55	0	0	0	0	0	0
45	0,03	0	0	0,04	0,017	0	0,02		0,05	0	0	0,148	0,218	0	0
46	0,02	0,127	0	0	0	0	0		0,04	0	0	0,011	0	0	0
47	1,51	8,63	0	0	0	0	0		5,57	1,07	1,77	5,61	8,75	6,66	0
48	0,007	0	0,029	0,031	0,177	0,037	0		0,017	0,047	0,023	0,115	0,43	0,374	0
49	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0

Apêndice B – Continuação... parcelas PBQ e PBNq.

Ano ⇒	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Espécie ↓	PBQ		PBNq												
1	13,68	102,3	18,9	38,91	36,36	18,44	10,86		22,47	77,85	25,98	68,1	64,38	64,22	59,65
2	0,29	23,94	10,86	7,83	1,49	0,92	0,22		8,81	16,36	9,38	17,84	1,09	0,48	0,35
3	0	0	0	0	0	0	0		0	0,07	0,02	0,04	0,22	0	0,03
4	0,13	0	0,02	0	0,39	0,67	0		0,01	0,08	0	0,04	1,69	0,6	0
5	0,05	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	2,51	0,46	0
6	0,01	0	0,017	0,24	0,37	0,033	0,04		0	0,083	0	0,37	0	0	0,082
7	0	0,057	0,02	0	0	0,04	0		0,17	8,05	0,095	0,04	0,44	0,11	0,04
8	0,433	0,053	0,023	0,56	2,38	0,52	0,88		1,25	0	2,02	4,24	15,02	0,63	0,54
9	0,01	1,09	0,25	0,48	1,51	0,35	0,152		0,393	1,14	0,24	0,53	1,79	0,176	0,13
10	0,053	0	0	0	0	0	0		0,02	0	0	0	0	0	5,55
11	0,093	3,86	1,42	0	8,21	2,15	3,48		1,55	0,103	0,019	0	1,37	2,81	0,35
12	0	0	3,54	0	0	0	0		0	0	7,99	0	0	0	0
13	0,007	0	0	0	0	0	5,15		0	0,04	0	0	0	0	0,735
14	0,37	1,2	0,02	15,53	7,11	0	0,13		0,24	0,683	0,382	4,18	14,8	0,52	0,534
15	0	0,09	0,017	0,266	0	0	0,35		0,143	0,593	0,153	0,427	0,338	0,042	0,928
16	0	0	0	0	0	0,218	0,055		0	0	0,068	0,239	0,154	0,675	0,286
17	0,01	0,72	0	0	0	0,26	0,162		0	0,427	0	0	0	0,406	0,495
18	0	0	0,298	0,632	1,13	0,31	0		0	0,183	0	0,198	0,66	0,5	0,078
19	0	0	0	0	0	0	0		0,033	0,057	0	0	0	0	0,099
20	0,073	0,107	0	0	0	0	1,81		0,193	0	0	0,22	0,162	0,077	15,66
21	0	0,18	1,33	0,319	17,15	1,68	0		0,04	0,206	0,849	3,91	37,14	4,82	0,068
22	0	0,763	0	0,064	0,068	0	0,027		0,03	0,47	0	0	0	0	0
23	0,057	0,587	0,196	0,623	0,803	0,12	4,48		0,583	0,223	0,027	0,118	0,056	0,065	5,25
24	0,343	0,07	0,89	2,66	5,29	1,25	0		0,033	0	0,426	4,23	7,7	7,84	0
25	0	0	0	0	0	0	0		0,127	0,37	0	0	0	0	0
26	0,007	0,14	0,019	0,305	0	0	0		0,013	0	0,162	0,046	0	0	0
27	0,727	1,95	0	0	0	0,027	3,85		0,45	0,553	0	0,038	0	0	0
28	3,3	49,92	1,51	4,4	46,02	0,293	0,024		7,87	7,69	0,447	1,88	7,62	0,479	0
29	0,047	0,23	18,89	24	55,34	18,89	0		0,137	0,997	9,72	16,39	22,19	18,35	0
30	0,427	1,95	0	0	0	1,45	0		0,43	0,83	0	0	0	0,038	0
31	0	0,213	0,056	0,186	0,44	0	4,03		0	0	0,181	0,175	0,088	0	2,44
32	0	0	0,574	3,59	10,92	5,14	0,264		0	0	0,541	1,31	15,14	5,45	0,248
33	0	0	0	1,45	0,069	0,027	0		0	0	0	0,323	1,3	0,043	0,446
34	0,003	0	0	0	0	0,052	0		0	0	0	0,095	2,69	1,79	0
35	0,19	1,26	0	0	0	0	0		0,21	0,33	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
37	0,313	0,723	0	0	0	0	2,71		0,117	0	0	0	0	0	1,86
38	0	0	0,523	19,81	11,87	6,43	0		0	0,05	0	2,06	1,71	5,38	0,073
39	0	0	0,038	0	0	0	0		0	0,077	0,156	0	0	0,047	0
40	0,01	0,06	0,172	1,35	3,89	0,265	0		0	0	0	0,132	0,509	0,409	0
41	0	0	0,038	0,018	0	0	0		0	0	0	0,972	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0,181	0,056	0
43	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	1,04
44	0	0	0	0	0	0	0		0	10,68	0	0	0	0	0
45	0,1	0	0	0,062	0	0	0,153		0,053	0	0	0	0,083	0	0,082
46	0	0	0	0	0	0,034	0		0	0	0	0	0	0	0
47	0,277	6,37	0	0	0	0	0		0,463	9,96	0	0	0	0	0
48	0,01	0	0	1,01	1,69	0	0		0,013	0	0	0,949	2,08	1,15	0
49	0,01	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0

Apêndice B - Continuação..... parcelas PBQ e PBNq.

50	0,027	0	4,24	6,01	15,35	5,86	0,128	0	0	2,28	8,16	9,74	2,22	0,404
51	0,157	0	0,027	0,545	2,38	0,785	0	0	0	0,018	0,411	6,6	1,51	0
52	0	0	0	0	0	0	0,083	0	0	0	0	0	0	0,453
53	0	0	0	0,396	1,32	0,221	0	0	0	0,125	0,039	0,33	0,031	0
54	0	0,06	0,379	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	0	0,053	0,018	0	0	0	0	0,053	0	0	0	0	0	0
57	0	0,067	0	0	0	0	0	0	0,06	0	0	0	0	0
58	0	0,06	0	0	0	0	0,008	0	0,34	0	0	0	0	0,414
59	0	0	0,021	0	0	0,222	0	0	0,04	0	0	2,72	0,199	0
60	0	0	0,087	0	0,472	0,02	0	0,187	0	0	0,095	0	0	0
61	0	0	0	0	0	0	18,21	0,41	0,313	0	0	2,41	0	20,64
62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,118	0	0	0	0
63	0	0	0	2,69	0	0	0	0,027	0,053	0,517	1,91	0	0	0,312
64	0	0,04	0	0,21	6,19	0	0	0,043	0,673	0,083	0,174	6,76	0	0,041
65	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0,037	0	0	0	0,078	0
66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,146	0	0	0
67	0	0	0	0	0	0	3,37	0	0	0	0	0	0	1,19
68	0	0,067	0	0	0	0	0	0	0,39	0	0	0	0,047	0
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,032
71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05
72	0	0	0	0	0	0	0	0	0,207	0	0	0	0	0,033
73	0	0,07	0	0	0	0	0,156	0,107	0,177	0	0	0	0	0,483
74	0	0	0	0,082	0,483	0,881	0	0	0	0	0,095	0,1	0,416	0,044
75	0	0	0	0	0	0	0	0,037	0,23	0	0	0	0	0
76	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0	0	0,093	0	0	2,41
77	0	0	0,094	0,414	0,708	0,067	0	0	0	0,232	0,776	0,774	0,856	0
78	0	0	0	0	0	0	1,03	0	0	0	0	0	0	5,14
79	0	0	0,023	1,69	1,42	0,183	0	0,02	0	0,061	2,86	2,08	4,27	0
80	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0	0	0	0	0	0
81	0	0,077	0	0,393	0	0	0	0,033	0	0	0,414	0	0	0
82	0	0	0	0	0	0	0	0,157	0,07	0	0	0	0	0
83	0	0	0,055	0	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0	0
84	0	0	0	0	0	0	0	0,023	0	0	0	0	0	0
85	0	0	0	0	1,47	0	0	0	0	0,019	0,195	0,186	0,08	0
86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
87	0	0	0,199	0	0	0	0	0	0	0,054	0	0	0	0
88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,29	0,857	0	0
89	0	0	0	0	0,827	0,141	0	0	0	0	0	0,931	0,462	0
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
91	0	0	0	0	0	0	0	0	0,127	0	0	0	0	0
92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
93	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3,1	0,552	0
94	0	0,493	0	0	0	0	0	0	0,103	0	0	0	0	0
95	0	0,41	0	0	0	0,029	0	0	0,07	0	0,08	0	0	0
96	0	0,293	0	0	0	0	0	0	0	0	0,337	0	0	0
97	0	0,293	0,034	0	0	0	0	0	0	0,016	0	0,997	0	0
98	0	0,317	0,075	0,175	0,142	0,116	0	0	0	0	0,326	0,091	0,115	0
99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101	0	0	0	0	0	0	0,893	0	0	0	0	0	0	0,698
102	0	0	0,085	0,233	3,44	1	0	0	0	0	0,041	0	0,261	0

Apêndice B – Continuação... parcelas PBQ e PBNq.

103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0	0	0	0
107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,02	0	0	0	0
108	0	0	0	0	0	0	0	0,124	0	0	0,11	1,85	0	0	0
109	0	0	0	0	0	0	0	0,057	0	0	0	0	0	0	0
110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112	0	0	0	0	0	0	0,027	0	0	0,083	0	0	0	0	0
113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,307	0	0	0	0
114	0	0	0	5,94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
116	0	0	0	0,038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,087	0	0	0	0
118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,26	0	0	0	0
125	0	0	0	0,105	0	0	0	2,72	0	0	0,646	0	0	10,12	0
126	0	0	0	5,99	9,98	6,64	0,263	0	0	0	0,442	6,96	2,12	0	0
127	0	0	0	0,199	0,627	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
129	0	0	0	0	5,51	22,91	0	0	0	0	1,36	1,71	0	0	0
130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
131	0	0	0	0	0	0	0	0,007	0	0	0	0	0	0	0
132	0	0	0	0	0,073	0	0,086	0	0	0	8,65	0	0	0	0
133	0	0	0	0	0,176	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
134	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,78	0	0	0	0
137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
138	0	0	0	0	0,446	0	0	0	0	0	6,95	0	0	0	0
139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,086	0	0	0	0

Apêndice B – Continuação... parcelas EBQ e EBNq.

Ano	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Espécie	EBQ		EBNq												
1	12,39	44,57	11,1	35,6	18,78	14,4	15,74		6,77	106	2,39	22,88	13,99	8,03	12,59
2	0,28	16,69	8,79	19,7	8,54	8,75	7,38		2,89	23,83	14,75	20,87	18,32	20,1	12,44
3	0,2	9,59	2,76	6,29	9,14	3,63	0,08		0,05	0	0,22	1,32	2,09	0,37	3,66
4	0,04	0,03	0,01	0	0,14	0	0,02		0	0,04	0	0	0,03	0,22	0
5	0,03	0	0	0,036	0,14	0,063	0		0	1,46	0	0	0	0	0
6	0,01	0,057	0,082	0,25	1,34	0,63	0,15		0,22	0,063	0,57	0,19	1,06	0,62	0,01
7	0	0	0	0	0	0	0		0,73	3,84	2,41	5,91	3,48	7,29	0,9
8	0,643	0,28	0,04	0,062	0,19	0,23	0,17		0,023	0	0,026	0,22	0,4	0,29	0,06
9	0,013	0,6	0,29	0,836	1,26	0,84	0,649		0,39	1,75	1,62	2,23	4,92	0,89	1,54
10	0,01	0,067	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
11	0	0,083	0,043	0	0,123	0,07	0,026		0	0,063	0	0	0	0,029	0,06
12	0	0	0	0	0	0	0		0	0	2,1	0	0	0	0,04
13	0,027	0,9	0	0	0	0	0,49		0,02	5,68	0,014	0,029	1,1	0	0
14	0,287	0,657	0	0	0,484	1,07	0,219		0,26	0,527	0	0	0,287	2,57	0
15	0,01	0,073	0,04	0,173	0,132	0	0		0,007	0,403	0,108	0,259	0,229	0	0
16	0	0	0,045	0	0,057	0,015	0,025		0,007	0	0,014	0,065	0,054	0,055	0,113
17	0,03	0,267	0	0	0	0	0,116		0,067	0,657	0	0,245	0,179	0	0,031
18	0	0	0,077	0,197	0,244	0,405	0		0,013	0	0,011	0,021	0,033	0,048	0
19	0	0	0	0	0	0	0,023		0	0,5	0,109	0,083	0,432	0,093	0
20	2,66	0	0	0	0	0	1,73		0,023	0,22	0	0	0	0	0
21	0	0,05	0,008	0	0,863	0,848	0		0,03	0,567	0,041	0	0,493	0,184	0
22	0	0,163	0	0,054	0,009	0	0,076		0,04	0,263	0	0	0	0	0,05
23	0,023	0,317	0,009	0,109	0,075	0,131	0,411		0,65	0,63	0,013	0,098	0,111	0,183	15,81
24	0,403	0	0,493	0,411	0,725	0,582	0		0	0,07	2,03	3,15	6,96	5,56	0
25	0	0	0	0	0	0	0		0,017	0,51	0	0,098	0	0	0
26	0	0,6	0	0,015	0	0	0		0	0	0,064	0	0,988	0	0
27	0,637	1,41	0,007	0	0,717	0	7,34		0,24	1,37	0,01	0,018	0	0,114	1,12
28	4,6	1,3	1	11,52	9,37	3,75	4,18		11,86	0,04	0,62	0,848	3,65	0,486	0
29	0,037	0,057	0,372	0,06	2,36	12,23	0		0,027	1,37	8,84	16,41	6,18	42	0
30	0,477	1,11	0	0	0	0	0		0,406	0,587	0	0	0	0	0
31	0,013	0,073	0,007	0,06	0,051	0	0,512		0	0	0,043	0,046	0,108	0,032	0,864
32	0	0	0,159	0,719	0,681	0,834	0		0	0	0,31	0,682	2,52	0,653	3,13
33	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0,044	1,52	0,704	0,021
34	0	0	0	0	0	0,013	0		0	0	0	0	0,395	0,186	0
35	0,2	0,4	0	0	0	0	0		0,17	0,823	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
37	0,067	0,14	0	0	0	0	2,08		0,297	0,187	0,018	0	0	0	4,06
38	0	0,087	0,194	0,341	0,761	0,496	0		0,16	0	0,234	0,282	0,845	0,868	0,083
39	0,027	0	0	0	0	0,039	0,229		0,067	0,253	0,027	0	0	0	0
40	0,013	0	0,041	0,155	0,319	0,4	0		0	0	0,148	0,527	3,89	1,85	0
41	0,01	0,263	0,042	0,114	0	0,046	0		0	0	0,145	0,299	0,152	0	0
42	0	0	0	0	0	0,008	0,195		0	0	0,028	0,216	0,355	0,1	0
43	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0,325	0	0		0	0,63	0	0	0	0	0
45	0,167	0,057	0	0,023	0	0	0		0,053	0	0	0,029	0,109	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0,06		0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0,049	0	0,008	0		0,313	22,52	0	0	0	0	0
48	0,047	0,057	0,054	0,227	0,146	0,366	0		0,007	0	0	0,199	0,254	0,156	0
49	0	0	0,007	0	0,04	0	0		0	0	0	0	0	0	0

Apêndice C - Massa de forragem em gMS.0,25m², representando a média de 30 quadros contíguos das 128 espécies (código na primeira coluna) observadas em três inventários (2°, 7° e 39°), nas respectivas parcelas de Encosta (- E -).

Parcelas*	EEQ	EENq	PEQ	PENq	EEQ	EENq	PEQ	PENq	EEQ	EENq	PEQ	PENq
spp* / Inv.*	2°	2°	2°	2°	7°	7°	7°	7°	39°	39°	39°	39°
Anla	46,8	91,8	107	22,19	42,06	60,99	30,86	52,12	0,836	0,265	3,54	0,48
Pano	30,8	36,9	41,1	54,14	0,0	0,0	3,5	0,57	3,41	0,639	0,706	0,76
Axaf	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,306	3,64	3,93	1,21
Gaam	0,0	0,0	0,0	0,0	1,33	0,0	0,16	0,03	0,047	23,35	4,88	0,182
Batr	3,39	0,0	0,0	0,0	0,07	0,0	3,12	2,46	0,49	0,328	3,02	0,509
Dead	0,087	0,0	0,0	0,993	0,0	0,143	0,064	0,024	0,113	20,59	1,13	0,029
Venu	5,99	0,83	9,42	3,06	0,58	0,0	3,15	0,02	0,0	0,02	0,0	0,8
Sese	0,0	0,42	0,0	2,57	0,0	0,1	0,078	0,36	0,426	0,328	0,0	0,015
Dein	0,773	1,38	1,3	2,16	0,022	0,1	0,402	0,963	0,137	0,0	0,047	0,608
Prhe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,064	0,0	0,0	0,052
Ptal	0,027	10,3	0,14	0,0	0,15	0,05	0,11	0,26	6,82	5,83	6,7	0,449
Cose	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,06	2,93	1,44	0,054
Papl	0,0	0,153	0,0	1,83	0,028	0,166	0,35	0,011	0,0	9,87	0,685	0,013
Hide	0,56	0,473	0,236	0,88	0,0	0,304	0,069	0,0	5,14	1,92	0,173	0,674
Pimo	0,633	0,0	1,0	0,023	0,0	0,498	0,626	0,029	0,0	2,71	6,1	0,76
Cybr	0,0	0,0	0,0	0,0	0,046	0,0	0,015	0,03	7,56	6,6	0,0	5,75
Aefa	0,257	0,063	0,32	0,137	0,098	0,407	0,112	0,073	23,2	3,33	0,0	3,24
Cuin	0,023	0,0	0,053	0,337	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	52,68	6,7	6,16
Zodi	0,097	0,07	0,173	0,0	0,0	0,077	0,0	0,0	0,056	30,87	0,0	1,12
Scmi	0,0	6,61	0,433	0,383	0,0	1,74	5,79	0,0	0,509	0,098	18,41	0,0
Stle	0,24	0,08	0,34	0,15	0,172	0,0	0,092	0,173	0,0	0,0	4,12	7,53
Pftu	0,227	0,337	0,06	0,26	0,0	0,0	0,084	0,0	2,02	0,17	0,057	1,43
Tigr	1,15	0,943	5,9	1,37	5,39	4,61	5,52	1,92	0,184	0,305	0,836	3,08
Oxsp	0,0	0,0	0,0	0,073	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	4,87	0,0	20,86
Chac	0,0	0,373	0,163	0,1	0,0	0,0	0,059	0,0	14,72	0,0	0,0	11,29
Erlu	0,027	0,0	0,0	0,05	0,0	0,434	0,0	0,0	0,0	1,74	0,16	11,88
Fidi	0,64	2,03	2,4	0,877	0,052	0,0	0,826	0,37	6,08	0,105	0,202	0,973
Eran	0,0	30,4	0,0	42,79	0,0	0,151	0,0	0,0	0,006	0,083	0,218	0,006
Anse	0,613	1,13	4,36	0,193	0,0	0,0	0,0	0,0	0,12	0,48	0,647	0,042
Plau	0,49	1,66	0,673	1,11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,84	1,14	25,34	0,061
Disa	0,027	0,077	0,04	0,0	3,62	4,68	0,243	2,66	2,61	3,67	2,97	0,111
Oran	0,0	0,0	0,0	0,0	1,76	0,0	0,564	1,87	2,57	12,78	21,21	0,745
Vefl	0,02	0,0	0,0	0,0	1,33	0,842	0,564	0,069	9,42	2,68	4,9	25,4
Dyle	0,0	0,0	0,0	0,0	0,017	0,0	0,0	0,0	9,13	0,079	10,84	0,284
Bulo	0,057	0,063	0,43	1,17	0,0	0,0	0,0	0,0	5,27	8,18	0,0	10,81
Elmo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0
Erci	0,323	0,06	0,363	0,997	1,58	0,852	0,085	0,714	10,07	10,38	0,0	0,29
Sege	0,0	0,07	0,356	0,487	0,022	0,057	0,018	0,492	3,24	20,5	13,87	10,29
Ceas	0,143	0,083	0,24	0,243	0,0	0,052	4,36	0,0	0,64	13,9	0,217	8,75
Dise	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,156	0,216	0,0	0,35	0,026	0,23	11,5
Bove	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,42	0,033	0,0	0,205	0,925	4,54	30,11
Fare	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,078	0,407	0,0	0,0	0,228	1,15	0,0
Papu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,112	0,0
Sirh	0,0	0,0	2,38	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,145	0,0	2,87	0,995
Detr	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02	0,0	0,07	0,0	0,0	0,496
Erho	0,0	0,0	0,127	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,92	21,03	3,13	0,187
Reri	1,46	3,23	8,63	1,07	0,0	0,0	0,0	0,0	18,27	1,07	4,57	0,058
Chsi	0,0	0,0	0,0	0,047	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,01	0,0
Arla	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,19	0,0	0,0	0,0	0,081	0,0	0,0

Apêndice C - Continuação.....

Parcelas	EEQ	EENq	PEQ	PENq	EEQ	EENq	PEQ	PENq	EEQ	EENq	PEQ	PENq
spp Inv.	2°	2°	2°	2°	7°	7°	7°	7°	39°	39°	39°	39°
Sysp	0,117	0,0	0,0	0,233	0,0	0,0	0,045	0,0	0,033	3,83	7,28	0,182
Pein	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,23	13,06	0,0
Agco	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,91	0,029	0,0	0,0	0,094	83,92	0,0
Elel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,034	0,6	0,0	0,0
Dimi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3	0,013	0,0	0,0
Pebr	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cosp1	0,0	0,3	0,117	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,24	0,0	1,44
Drbr	0,0	0,1	0,0	0,07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,46	0,0	0,941
Deba	0,123	0,0	0,223	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,174	0,0	3,17	0,655
Ribr	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,016	0,0	1,12	0,113	6,27	1,71
Ersa	0,257	0,0	0,493	0,0	0,0	14,57	0,0	0,0	16,28	3,97	1,12	1,75
Brsu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,642	0,04	0,0	81,85	3,84	4,74	8,51
Dede	0,233	0,0	0,133	0,0	0,0	0,562	0,142	0,0	81,68	0,18	8,2	0,284
Anar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,956	0,0
Arfi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,054	0,015	0,0	0,0	46,65	1,5	0,035
Alpu	0,057	0,053	0,0	0,263	0,0	0,0	0,0	0,0	0,053	0,099	2,37	0,056
Taof	0,0	0,0	0,0	0,053	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,14	0,0
Risp2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,045	0,0	0,0	0,052	8,14	0,132
Erne	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,015	0,0	0,0	0,0	6,74	0,0
Pagu	0,133	0,0	0,077	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	1,25	0,0	0,273	0,034
Poli	0,0	0,813	0,66	0,373	0,018	0,741	0,0	0,0	10,77	21,45	2,52	37,95
Sehe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	62,54	19,06	0,036
Sire	0,04	0,057	0,323	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,388	45,44	0,241	0,0
Asmo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,97	0,0	0,0	0,0	2,25	0,518	0,009
Moci	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,057	0,204	0,0	0,185
Euas	0,35	0,0	0,0	0,077	6,35	0,0	0,0	1,44	0,202	0,0	0,0	3,68
Cosp2	0,0	0,13	0,117	0,083	0,0	0,0	0,0	0,0	1,92	1,12	1,59	0,0
Erta	0,09	0,227	0,0	0,09	0,0	0,054	0,0	0,0	5,28	0,096	0,15	140,4
Crtw	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,18	0,054	0,0
Cugl	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,12	2,84	0,0
Cobo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,376	0,0	0,016	0,024	0,064	0,0	45,01	0,895
Noga	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,19	2,4	7,63	0,0
Anin	0,0	0,0	0,0	0,077	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,08
Cavi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,522
Euch	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sapr	0,0	0,0	0,0	0,533	0,0	0,0	0,0	0,0	1,29	0,0	0,0	0,747
Euse	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Popu	0,04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,282	0,0	0,0	0,093
Ptpo	0,0	0,0	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pami	0,0	0,0	0,0	0,073	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Evse	0,0	0,14	0,0	0,11	0,0	0,0	0,0	0,0	1,19	0,312	0,0	9,0
Coal	0,0	0,057	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,93	13,59	0,0
Erse	0,0	0,073	0,0	0,047	0,0	0,0	0,0	0,0	0,116	0,793	0,0	0,471
Stmo	0,0	0,63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,196	0,0	0,0
Conyza2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rubiácea	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,235	0,223
Ercá	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,078	0,0	0,0	0,0	0,178	0,0	0,0
Badr	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sidasp2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,038	0,0	0,0
Ereb	0,0	0,0	0,0	0,0	0,816	0,0	0,0	0,62	0,0	0,0	0,516	2,35
Boer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,009	0,0	0,0

Apêndice C - Continuação.....

Parcelas		EEQ	EENq	PEQ	PENq	EEQ	EENq	PEQ	PENq	EEQ	EENq	PEQ	PENq
Spp	Inv.	2°	2°	2°	2°	7°	7°	7°	7°	39°	39°	39°	39°
Aple		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,89	0,0
Glsp		0,0	0,0	0,0	0,0	0,019	0,0	0,0	0,0	0,062	0,0	0,0	0,0
Scra		0,0	0,0	0,0	0,0	0,021	0,049	0,0	0,0	0,0	0,159	0,0	0,0
Pise		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chre		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,03	0,0	0,0
Erba		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,022	0,033	0,0
Axco		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Paur		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,17	0,0	0,0	0,0
Boac		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Scte		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,15	0,0
Hivi		0,0	0,0	0,0	0,0	2,01	2,26	0,0	0,0	0,0	0,02	0,0	0,103
Ante		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tead		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,071	0,0	0,0	0,0
Popu		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Scsp		0,0	0,0	0,0	0,0	0,939	18,86	0,35	0,484	0,031	0,054	1,96	0,0
Mapr		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,51	0,0	0,0	0,057
Papo		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,83	0,0
Inde01		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,106	0,0	0,0	0,0	1,55
Inde02		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,184	0,0	0,0	0,0	0,0
Inde03		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,02	0,961	0,352
Inde04		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,352	0,0	0,0
Inde05		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Inde06		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Inde07		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Inde08		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,63	0,0	0,0	0,0
Inde09		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,06	0,0	0,0	0,0
Inde10		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Inde11		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,296	0,0	0,0	0,0

spp*: representa as espécies que estão dispostas na coluna com o código que as representam;

Parcelas*: representam as respectivas parcelas: EEQ= Exclusão Encosta Queimado; EENq= Exclusão Encosta Não queimado; PEQ= Pastejado Encosta Queimado e; PENq= Pastejado Encosta Não queimado.

Inv.*: Inventário (2° e 7° = inventários reais) e 39° (inventário Markoviano estável).

Apêndice D - Massa de forragem expressa em gMS.0,25m⁻², representando a média de 30 quadros contíguos das 128 espécies (código na primeira coluna) observadas em três inventários (2°, 7° e 39°), nas respectivas parcelas de Baixada (- B -).

Parcelas*		EBQ	EBNq	PBQ	PBNq	EBQ	EBNq	PBQ	PBNq	EBQ	EBNq	PBQ	PBNq
spp*	Inv.*	2°	2°	2°	2°	7°	7°	7°	7°	39°	39°	39°	39°
Anla		102,27	77,85	44,57	106,0	10,86	59,65	15,7	12,59	0,009	0,305	0,87	1,83
Pano		23,94	16,36	16,69	23,83	0,22	0,35	7,38	12,44	0,038	0,133	0,0	4,08
Axaf		0,0	0,07	9,59	0,0	0,0	0,03	0,08	3,66	0,0	0,0	0,026	0,0
Gaam		0,0	0,08	0,03	0,04	0,0	0,0	0,02	0,0	0,0	8,75	0,905	1,61
Batr		0,0	0,0	0,0	1,46	0,0	0,0	0,0	0,0	0,868	0,807	0,512	0,144
Dead		0,0	0,083	0,057	0,063	0,04	0,082	0,15	0,01	0,0	0,599	0,196	8,76
Venu		0,057	8,05	0,0	3,84	0,0	0,04	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Sese		0,37	0,0	0,28	0,0	0,88	0,54	0,192	0,06	0,0	16,35	1,3	0,101
Dein		1,09	1,14	0,6	1,75	0,152	0,13	0,65	1,54	0,288	0,0	0,04	0,157
Prhe		0,0	0,0	0,067	0,0	0,0	5,55	0,0	0,0	0,0	1,04	0,988	0,0
Ptal		3,86	0,103	0,083	0,063	3,48	0,35	0,026	0,06	0,628	4,16	0,338	2,26
Cose		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,04	2,45	9,5	0,0	1,7
Papl		0,0	0,04	0,9	5,68	5,15	0,735	0,49	0,0	0,0	1,99	0,0	0,889
Hide		1,2	0,683	0,657	0,527	0,13	0,534	0,219	0,0	8,55	7,25	0,532	0,029
Pimo		0,09	0,593	0,073	0,403	0,35	0,928	0,0	0,0	0,0	0,105	0,919	0,811
Cybr		0,0	0,0	0,0	0,0	0,055	0,286	0,025	0,113	0,0	2,38	0,0	0,241
Aefa		0,72	0,427	0,267	0,657	0,162	0,495	0,116	0,031	0,0	0,011	0,099	1,71
Cuin		0,0	0,183	0,0	0,0	0,0	0,078	0,0	0,0	0,02	0,426	0,0	5,65
Zodi		0,0	0,057	0,0	0,5	0,0	0,099	0,023	0,0	0,0	7,82	0,55	4,68
Scmi		0,107	0,0	0,0	0,22	1,81	15,66	1,73	0,0	0,476	3,68	0,0	0,15
Stle		0,18	0,206	0,05	0,567	0,0	0,068	0,0	0,0	87,56	0,0	0,0	22,56
Pftu		0,763	0,47	0,163	0,263	0,027	0,0	0,076	0,05	0,391	0,0	0,266	0,683
Tigr		0,587	0,223	0,317	0,63	4,48	5,25	0,411	15,81	1,29	0,0	0,726	0,069
Oxsp		0,07	0,0	0,0	0,07	0,0	0,0	0,0	0,0	9,22	0,087	6,55	0,0
Chac		0,0	0,37	0,0	0,51	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,628	0,0	3,07
Erlu		0,14	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,03	0,226	0,0	0,0
Fidi		1,95	0,553	1,41	1,37	3,85	0,0	7,34	1,12	0,005	0,565	0,058	0,751
Eran		49,92	7,69	1,3	0,04	0,024	0,0	4,18	0,0	0,0	13,63	0,39	2,37
Anse		0,23	0,997	0,057	1,37	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,343	0,0
Plau		1,95	0,83	1,11	0,587	0,0	0,0	0,0	0,0	4,44	0,0	3,17	4,01
Disa		0,213	0,0	0,073	0,0	4,03	2,44	0,512	0,864	0,667	0,36	1,91	0,284
Oran		0,0	0,0	0,0	0,0	0,264	0,248	0,0	3,13	0,031	0,036	0,249	2,03
Vefl		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,446	0,0	0,021	0,163	0,2	0,0	10,56
Dyle		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,83	0,013	0,0	3,71
Bulo		1,26	0,33	0,4	0,823	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,274	0,178	0,0
Elmo		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Erci		0,723	0,0	0,14	0,187	2,71	1,86	2,08	4,06	3,02	0,052	0,0	0,622
Sege		0,0	0,09	0,087	0,0	0,0	0,073	0,0	0,083	5,08	0,698	0,229	5,55
Ceas		0,0	0,077	0,0	0,253	0,0	0,0	0,229	0,0	10,44	0,0	0,296	5,29
Dise		0,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,37	0,586	2,55	4,28
Bove		0,0	0,0	0,263	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,077	1,66	2,13	0,752
Fare		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,195	0,0	0,0	1,28	2,5	0,541
Papu		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,04	0,0	0,0	0,0	0,037	0,0	0,0
Sirh		0,0	10,68	0,0	0,63	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,533	3,7	6,24
Detr		0,0	0,0	0,057	0,0	0,153	0,082	0,0	0,0	2,36	0,223	0,0	0,0
Erho		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,06	0,0	4,36	0,0	0,43	0,0
Reri		6,37	9,96	0,0	22,52	0,0	0,0	0,0	0,0	19,92	0,0	0,0	0,0
Chsi		0,0	0,0	0,057	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,32	0,0	0,023	0,135
Arla		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,646	0,0
Sysp		0,0	0,037	0,0	0,283	0,128	0,404	0,023	0,0	5,71	12,98	0,149	2,13

Apêndice D - Continuação.....

Parcelas	EBQ	EBNq	PBQ	PBNq	EBQ	EBNq	PBQ	PBNq	EBQ	EBNq	PBQ	PBNq
spp* Inv.*	2°	2°	2°	2°	7°	7°	7°	7°	39°	39°	39°	39°
Pein	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,9	0,947	0,0	0,79
Agco	0,0	0,0	0,0	0,0	0,083	0,453	0,026	0,0	13,25	4,38	0,0	0,0
Elel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,276	0,0	0,366	0,111
Dimi	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,151	0,0
Pebr	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0
Cosp1	0,053	0,0	0,023	0,07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,714	4,53	1,99
Drbr	0,067	0,06	0,0	0,137	0,0	0,0	0,0	0,0	0,101	0,0	0,0	0,089
Deba	0,06	0,34	0,0	0,14	0,008	0,414	0,023	0,0	0,189	1,21	0,0	0,0
Ribr	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,019	1,66	2,3	0,0	5,17
Ersa	0,0	0,313	0,0	0,733	18,21	20,64	0,0	20,25	0,0	0,224	0,077	1,07
Brsu	0,0	0,053	0,0	0,0	0,0	0,312	0,016	0,0	0,072	1,23	3,24	0,0
Dede	0,04	0,673	0,0	1,56	0,0	0,041	0,0	0,0	0,121	0,0	0,0	2,72
Anar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,52	0,065	0,517
Arfi	0,0	0,0	0,0	0,0	3,37	1,19	0,0	0,032	0,88	0,913	0,0	1,61
Alpu	0,067	0,39	0,0	0,207	0,0	0,0	0,0	0,0	0,113	77,22	0,0	0,09
Taof	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	92,06
Risp2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,032	0,0	0,0	0,0	0,247	0,0	0,0
Erne	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,05	0,0	0,0	0,0	0,241	0,0	0,0
Pagu	0,0	0,207	0,0	0,17	0,0	0,033	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,31
Poli	0,07	0,177	0,173	0,533	0,156	0,483	0,0	0,051	8,3	2,72	0,6	3,97
Sehe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,044	0,0	0,0	24,86	55,78	0,252	5,39
Sire	0,0	0,23	0,0	0,857	0,0	0,0	0,023	0,0	0,0	18,04	1,56	0,123
Asmo	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	2,41	0,016	0,0	0,0	13,74	0,407	1,83
Moci	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,01	0,194	0,532	3,23
Euas	0,0	0,0	0,0	0,243	1,03	5,14	0,0	0,048	0,196	0,586	0,0	7,81
Cosp2	0,0	0,0	0,047	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,12	0,0	3,73
Erta	0,077	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,6	0,266	0,0
Crtw	0,0	0,07	0,0	0,073	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,82	0,0	77,24
Cugl	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,041	24,21	66,05	0,0
Cobo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Noga	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,193	0,0	0,0	0,0
Anin	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,049	0,0	0,0	0,0	0,0	1,16
Cavi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,77	0,046	1,37	2,92
Euch	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0
Sapr	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,942	67,83	0,39	2,29
Euse	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,74	1,04
Popu	0,0	0,127	0,0	0,157	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,347
Ptpo	0,0	0,0	0,0	0,143	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,14
Pami	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,664	42,37	0,0	0,0
Evse	0,493	0,103	0,057	0,043	0,0	0,0	0,0	0,0	0,556	0,044	138,2	0,0
Coal	0,41	0,07	0,103	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,419	0,026	2,8	1,12
Erse	0,293	0,0	0,13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,759	0,35	1,19
Stmo	0,293	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,046	0,0	0,075	15,3	0,329	0,0
Consp2	0,0	0,0	0,207	0,0	0,0	0,0	0,03	0,0	0,0	0,0	0,128	0,0
Rubiacea	0,0	0,0	0,08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
Erca	0,0	0,0	0,033	0,0	0,893	0,698	0,0	0,0	0,062	38,06	1,99	0,0
Badr	0,0	0,0	0,08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,671	0,162	0,19	0,0
Sisp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,038	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ereb	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Boer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aple	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,097	0,0	0,134	0,0	1,94

Apêndice D - Continuação.....

Parcelas	EBQ	EBNq	PBQ	PBNq	EBQ	EBNq	PBQ	PBNq	EBQ	EBNq	PBQ	PBNq
spp* Inv.*	2°	2°	2°	2°	7°	7°	7°	7°	39°	39°	39°	39°
Glsp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,346	0,0	0,0
Scra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,124	1,85	0,0	0,158	0,0	0,032	1,21	0,126
Pise	0,0	0,0	0,0	0,0	0,057	0,0	0,0	0,161	0,0	0,0	0,0	1,61
Chre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Erba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,87	0,702	0,0	0,0
Axco	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,86	0,0	0,0
Paur	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,77	0,0	0,0	0,0
Boac	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,845	0,0	0,0	0,0
Scte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hivi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,88	0,0	0,0	0,0	0,023	0,75
Ante	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
Tead	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Popu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,112	0,0	0,0	0,017	0,762	0,0
Scsp	0,0	0,0	0,0	0,0	2,72	10,12	0,0	0,0	0,461	0,051	0,0	0,0
Mapr	0,0	0,0	0,0	0,0	0,263	0,0	0,0	0,0	0,863	0,014	0,0	0,0
Papo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,27	0,0	0,0	0,0
Inde01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,031	0,0	0,0	0,0	5,44
Inde02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,08	3,85	0,0	0,0	2,16
Inde03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,079	0,0	0,0	3,43	0,0
Inde04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,007	0,0	0,0	0,138	0,0	0,0	0,0	0,0
Inde05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,086	0,0	0,0	2,49	1,12	2,86	0,0	0,023
Inde06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,021	0,0	0,0	0,0	2,06
Inde07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,55
Inde08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,409	0,0	1,69
Inde09	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Inde10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,067	0,0	0,0
Inde11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,94	0,0	0,0

spp*: representa as espécies que estão dispostas na coluna de acordo com o código que as representam;

Parc.*: representam as respectivas parcelas: EBQ (Exclusão Baixada Queimado), EBNq (Exclusão Baixada Não queimado), PBQ: (Pastejado Baixada Queimado) e PBNq (Pastejado Baixada Não queimado);

Inv.*: Inventário (2° e 7° = inventários reais) e 39° (inventário Markoviano estável).

Apêndice E - Massa de forragem expressa em gMS.0,25m⁻², média de 30 quadros contíguos, representando as 106 espécies (código na primeira coluna) observadas em dois inventários (7º real = R7 e, 7º Markoviano = M7), nas respectivas parcelas.

Parcelas		EEQ	EEQ	EENq	EENq	PEQ	PEQ	PENq	PENq	EBQ	EBQ	EBNq	EBNq	PBQ	PBQ	PBNq	PBNq
n. spp	n. da sp	M7	R7	M7	R7	M7	R7	M7	R7	M7	R7	M7	R7	M7	R7	M7	R7
Anla		5,82	42,06	6,59	60,99	1,73	30,86	7,8	52,12	4,68	10,86	13,37	59,65	5,01	15,74	0,243	12,59
Pano		4,72	0,0	0,028	0,0	5,99	3,5	14,81	0,57	4,01	0,22	4,45	0,35	11,18	7,38	9,87	12,44
Axaf		0,0	0,0	0,0	0,0	0,219	0,0	0,024	0,0	0,0	0,0	0,024	0,03	3,7	0,08	0,166	3,66
Gaam		0,0	1,33	0,024	0,0	0,005	0,16	0,0	0,03	0,0004	0,0	0,0	0,0	0,001	0,02	0,0	0,0
Batr		0,003	0,07	0,0002	0,0	0,582	3,12	0,024	2,46	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dead		0,007	0,0	0,018	0,143	0,045	0,064	0,082	0,024	0,005	0,04	0,0	0,082	0,109	0,15	0,382	0,01
Venu		1,65	0,58	0,0	0,0	2,84	3,15	0,57	0,02	0,008	0,0	0,019	0,04	0,0	0,0	1,69	0,9
Sese		0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,078	1,07	0,36	0,0001	0,88	1,46	0,54	0,001	0,192	0,011	0,06
Dein		0,181	0,022	0,305	0,1	0,101	0,402	0,237	0,963	0,097	0,152	0,055	0,13	0,406	0,649	1,19	1,54
Prhe		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,55	0,0	0,0	0,0	0,0
Ptal		0,0	0,15	0,0	0,05	0,0	0,11	0,0	0,26	0,54	3,48	0,00003	0,35	0,062	0,026	0,0	0,06
Cose		2,72	0,0	11,0	0,0	0,25	0,0	12,33	0,0	1,37	0,0	9,3	0,0	0,0	0,0	1,8	0,04
Papl		0,0	0,028	0,0	0,166	0,0	0,35	0,031	0,011	0,0	5,15	0,0	0,735	0,0	0,49	0,0036	0,0
Hide		0,0	0,0	0,552	0,304	0,0003	0,069	0,0	0,0	0,0001	0,13	0,274	0,534	0,0	0,219	0,0	0,0
Pimo		0,0025	0,0	0,0005	0,498	0,01	0,626	0,025	0,029	0,0067	0,35	0,074	0,928	0,049	0,0	0,09	0,0
Cybr		0,095	0,046	0,908	0,0	0,208	0,015	0,717	0,03	0,0	0,055	0,082	0,286	0,065	0,025	0,0086	0,113
Aefa		0,0	0,098	0,0	0,407	0,0	0,112	0,0	0,073	0,0	0,162	0,0	0,495	0,0	0,116	0,0	0,031
Cuin		0,042	0,0	0,237	0,0	0,06	0,0	0,175	0,0	0,117	0,0	0,0	0,078	0,111	0,0	0,0034	0,0
Zodi		0,0	0,0	0,0	0,077	0,0	0,0	0,022	0,0	0,0	0,0	0,0	0,099	0,0	0,023	0,095	0,0
Scmi		0,002	0,0	0,423	1,74	0,00009	5,79	0,0	0,0	0,0	1,81	0,0	15,66	0,0	1,73	0,0	0,0
Stle		0,067	0,172	6,66	0,0	0,0	0,092	0,0033	0,173	0,521	0,0	0,989	0,068	0,011	0,0	0,02	0,0
Pftu		0,027	0,0	0,0	0,0	0,036	0,084	0,016	0,0	0,0	0,027	0,0	0,0	0,0	0,076	0,0	0,05
Tigr		0,045	5,39	0,0007	4,61	0,037	5,52	0,151	1,92	0,067	4,48	0,0001	5,25	0,0016	0,411	0,0002	15,81
Oxsp		0,337	0,0	0,235	0,0	0,643	0,0	0,326	0,0	0,289	0,0	0,487	0,0	0,343	0,0	1,74	0,0
Chac		0,0	0,0	0,011	0,0	0,0	0,059	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Erlu		0,0025	0,0	0,118	0,434	0,0094	0,0	0,28	0,0	0,006	0,0	0,185	0,0	0,0	0,0	0,056	0,0
Fidi		0,0	0,052	0,0	0,0	0,0	0,826	0,0057	0,37	0,0	3,85	0,0	0,0	0,0002	7,34	0,0002	1,12
Eran		0,233	0,0	0,355	0,151	0,148	0,0	0,49	0,0	0,144	0,024	0,0019	0,0	0,076	4,18	0,01	0,0
Anse		0,0	0,0	0,0023	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,73	0,0	11,13	0,0	0,502	0,0	7,07	0,0
Plau		0,098	3,62	0,225	4,68	0,057	0,243	0,69	2,66	0,022	4,03	0,218	2,44	0,0018	0,512	0,037	0,864
Disa		0,081	1,76	0,33	0,0	0,075	0,564	0,465	1,87	0,226	0,264	0,65	0,248	0,229	0,0	0,269	3,13
Oran		0,0	1,33	0,0	0,842	0,0	0,564	0,0	0,069	0,0	0,0	0,0	0,446	0,0	0,0	0,0	0,021
Vefl		0,037	0,017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Elmo		0,0	1,58	0,0	0,852	0,0	0,085	0,0	0,714	0,0	2,71	0,0	1,86	0,0	2,08	0,0004	4,06
Erci		0,0	0,022	3,81	0,057	0,001	0,018	0,35	0,492	0,206	0,0	0,0	0,073	0,279	0,0	0,122	0,083
Sege		0,016	0,0	0,004	0,052	0,002	4,36	0,02	0,0	0,015	0,0	0,188	0,0	0,0	0,229	0,0038	0,0
Ceas		0,019	0,0	0,0	0,156	0,07	0,216	0,0	0,0	0,066	0,0	0,0	0,0	0,047	0,0	0,129	0,0
Dise		0,0	0,0	0,017	2,42	0,005	0,033	0,0	0,0	0,015	0,0	0,0	0,0	0,051	0,0	0,126	0,0
Bove		0,0	0,0	0,019	0,078	0,0	0,407	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,195	0,024	0,0
Fare		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,04	0,0	0,0	0,0	0,0
Siro		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02	0,0	0,0	0,0	0,153	0,0	0,082	0,0	0,0	0,0	0,0
Detr		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,06	0,0	0,0
Erho		0,062	0,0	0,48	0,0	0,0	0,0	0,652	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reri		0,0	0,0	0,0	0,0	0,013	0,0	0,033	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,035	0,0	0,0	0,0
Chsi		0,0	0,0	0,0	15,19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0
Arla		0,748	0,0	10,05	0,0	0,388	0,045	8,09	0,0	1,64	0,128	2,72	0,404	0,481	0,023	0,83	0,0
Syla		0,0	0,0	0,0	0,0	0,006	0,0	0,0	0,0	0,0007	0,0	0,022	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Apêndice E - Continuação....

Parcelas	EEQ	EEQ	EENq	EENq	PEQ	PEQ	PENq	PENq	EBQ	EBQ	EBNq	EBNq	PBQ	PBQ	PBNq	PBNq
Espécie	M7	R7	M7	R7	M7	R7	M7	R7	M7	R7	M7	R7	M7	R7	M7	R7
Pein	0,0	0,0	0,0	6,91	0,0	0,029	0,0	0,0	0,0	0,083	0,0	0,453	0,0	0,026	0,0	0,0
Agco	0,019	0,0	0,228	0,0	0,014	0,0	0,036	0,0	0,0	0,0	0,15	0,0	0,0	0,0	0,007	0,0
Elel	0,181	0,0	0,407	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,149	0,0	0,0	0,0	0,47	0,0	0,0	0,0
Pebr	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,007	0,0	0,0	0,0	0,011	0,0	0,01	0,0
Drbr	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,008	0,0	0,414	0,0	0,023	0,0	0,0
Deba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,008	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sege	0,0	0,0	0,033	0,0	0,0047	0,016	0,019	0,0	0,034	0,0	0,0	0,0	0,023	0,0	0,0	0,019
Ribr	0,011	0,0	0,0	14,57	0,0	0,0	0,02	0,0	0,0	18,21	0,0	20,64	0,011	0,0	0,0	20,25
Ersa	0,0	0,0	0,0007	0,0	0,0	0,0	0,048	0,0	0,0	0,0	0,142	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ptal	0,014	0,0	0,016	0,642	0,0047	0,04	0,002	0,0	0,0	0,0	0,601	0,312	0,0	0,016	0,0	0,0
Brsu	0,011	0,0	0,0044	0,562	0,034	0,142	0,011	0,0	0,0	0,0	0,066	0,041	0,0	0,0	0,0	0,0
Dede	0,027	0,0	0,184	0,0	0,046	0,0	0,123	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,004	0,0
Anar	0,0	0,0	0,0	0,054	0,0	0,015	0,0	0,0	0,0	3,37	0,0	1,19	0,0	0,0	0,0	0,032
Arfi	0,0	0,0	0,018	0,0	0,049	0,0	0,65	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Taof	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,045	0,0054	0,0	0,0	0,0	0,0	0,032	0,0	0,0	0,0	0,0
Erne	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0
Pagu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,033	0,0	0,0	0,0	0,0
Poli	0,0	0,018	0,0	0,741	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,156	0,0	0,483	0,0	0,0	0,0	0,051
Sehe	0,0	0,0	0,0056	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,044	0,0	0,0	0,0	0,0
Sire	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,023	0,0	0,0
Asmo	0,018	0,0	0,0	0,97	0,027	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,41	0,01	0,016	0,0	0,0
Moci	0,063	0,0	0,123	0,0	0,0	0,0	0,024	0,0	0,037	0,0	0,279	0,0	0,052	0,0	0,011	0,0
Euas	0,0	6,35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,44	0,0	1,03	0,0	5,14	0,0	0,0	0,0	0,048
Cosp2	0,016	0,0	0,32	0,0	0,0	0,0	0,031	0,0	0,009	0,0	0,058	0,0	0,0	0,0	0,002	0,0
Erta	0,0	0,0	0,0	0,054	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Crtw	0,0	0,0	0,018	0,0	0,067	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cugl	0,01	0,0	0,0156	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,022	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cobo	0,0	0,376	0,0	0,0	0,0047	0,016	0,0	0,024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lili	0,007	0,0	0,0	0,0	0,014	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,023	0,0	0,072	0,0	0,0	0,0
Anin	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,049	0,0	0,0
Cavi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,015	0,0	0,0	0,0	0,078	0,0	0,065	0,0	0,05	0,0	0,059	0,0
Euse	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,017	0,0	0,0	0,0
Ptpo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,012	0,0
Pami	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,202	0,0
Coal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0057	0,0	0,022	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Stmo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,013	0,0	0,019	0,0	0,0	0,046	0,0	0,0
Sene3	0,0	0,0	0,013	0,0	0,0	0,0	0,058	0,0	0,029	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,037	0,0
Consp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,03	0,0	0,0
Erca	0,0	0,0	0,0	0,078	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,893	0,0	0,698	0,0	0,0	0,0	0,0
Badr	0,0	0,0	0,0	12,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,033	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sisp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,038	0,0	0,0
Ereb	0,0	0,816	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,62	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aple	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0047	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,097
Glsp	0,0	0,019	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Scra	0,0	0,021	0,0	0,049	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,124	0,0	1,85	0,0	0,0	0,0	0,158
Pise	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,057	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,161
Erba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bulo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,039	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ersa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0
Hivi	0,0	2,01	0,0	2,26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,88	0,0	0,0
Poly	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,112	0,0	0,0

Apêndice E – Continuação....

Parcelas	DEQ	DEQ	DENq	DENq	PEQ	PEQ	PENq	PENq	DBQ	DBQ	DBNq	DBNq	PBQ	PBQ	PBNq	PBNq
Espécie	M7	R7	M7	R7	M7	R7	M7	R7	M7	R7	M7	R7	M7	R7	M7	R7
Scsp	0,0	0,939	0,0	18,86	0,0	0,35	0,0	0,484	0,0	2,72	0,0	10,12	0,0	0,0	0,0	0,0
Mapr	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,263	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Papo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,106	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,031
Inde 01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,184	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,08
Inde 02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,079
Inde 03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,007	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,138
Inde 04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,086	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,49
Inde 05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,021

Apêndice F – Massa de forragem (gMS.0,25m⁻²) média de 30 quadros contíguos, representando os valores dos quatro grupos formadores dos Tipos Funcionais de Plantas (A, B, C, e D) observados em sete inventários florísticos da vegetação. Santa Maria-RS.

Parcela	Inv.*	Tipos Funcionais de Plantas				Parcela	Inv.	Tipos Funcionais de Plantas			
		A	B	C	D			A	B	C	D
PEQ	1	0,01	0,543	11,887	0,0	PBQ	1	0,0	0,37	13,68	3,31
PEQ	2	0,027	30,79	47,503	0,257	PBQ	2	0,213	24,047	102,36	49,92
PEQ	3	0,246	20,272	22,258	0,617	PBQ	3	0,6	14,4	18,917	1,51
PEQ	4	6,013	16,461	36,627	8,541	PBQ	4	19,996	7,83	39,176	4,4
PEQ	5	10,25	7,0	58,499	5,578	PBQ	5	12,31	1,49	36,36	46,02
PEQ	6	1,23	4,14	33,81	0,619	PBQ	6	6,65	0,92	18,44	0,32
PEQ	7	3,642	0,028	42,06	0,0	PBQ	7	4,03	7,18	11,21	21,6
PENq	1	0,113	1,224	29,323	0,17	PBNq	1	0,0	9,003	22,613	8,28
PENq	2	0,147	43,713	91,76	30,4	PBNq	2	0,16	16,4	78,443	8,0
PENq	3	6,846	20,743	26,416	0,592	PBNq	3	0,201	17,37	26,133	0,447
PENq	4	11,765	0,994	39,731	9,09	PBNq	4	2,275	18,06	68,527	1,88
PENq	5	25,698	1,856	71,97	5,156	PBNq	5	4,738	1,252	64,718	10,113
PENq	6	7,08	0,641	105,29	1,116	PBNq	6	5,58	0,557	64,262	0,479
PENq	7	4,737	1,906	61,488	29,964	PBNq	7	2,543	16,745	60,578	21,83
EEQ	1	0,023	9,493	0,097	0,0	EBQ	1	0,213	15,357	0,01	4,6
EEQ	2	0,396	148,33	1,0	0,493	EBQ	2	9,75	62,16	0,073	1,3
EEQ	3	0,544	21,83	0,063	0,34	EBQ	3	2,961	19,89	0,04	1,017
EEQ	4	0,155	30,506	0,065	0,565	EBQ	4	6,691	55,3	0,173	11,53
EEQ	5	0,2	28,665	0,016	0,292	EBQ	5	9,952	27,32	0,132	9,41
EEQ	6	0,189	75,136	0,0	0,282	EBQ	6	4,126	23,15	0,0	3,75
EEQ	7	0,261	40,5	0,626	0,015	EBQ	7	0,592	25,34	0,0	4,18
EENq	1	0,363	34,563	0,457	0,203	EBNq	1	0,223	9,703	0,007	11,96
EENq	2	1,587	78,543	0,023	42,79	EBNq	2	0,0	135,73	0,403	0,773
EENq	3	0,441	30,213	0,086	0,255	EBNq	3	0,497	19,254	0,108	0,62
EENq	4	0,472	79,721	0,185	0,823	EBNq	4	1,648	43,779	0,259	1,01
EENq	5	0,563	46,685	0,401	2,28	EBNq	5	3,043	33,41	0,229	3,76
EENq	6	0,125	32,11	0,0	2,16	EBNq	6	1,27	28,13	0,0	0,528
EENq	7	3,152	52,701	0,029	0,0	EBNq	7	4,607	25,07	0,0	20,282

Inv.*= Inventário.

Apêndice G - Massa de forragem expressa em gMS.0,25m⁻², média de 30 quadros contíguos, representando os valores dos quatro grupos formadores dos Tipos Funcionais de Plantas (A, B, C, e D) observados em três inventários (2º, 7º e 40º), nas respectivas parcelas de Encosta (- E -).

Parcela	Inventário	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
EEQ	2º	0,027	30,79	47,5	0,257
EEQ	7º	3,64	0,028	42,06	0,0
EEQ	40º	2,0	0,552	9,0	0,745
EENq	2º	0,147	43,71	91,76	30,4
EENq	7º	4,74	1,91	61,49	29,96
EENq	40º	6,0	0,067	21,0	4,0
PEQ	2º	0,396	148,33	1,0	0,493
PEQ	7º	0,261	40,5	0,626	0,015
PEQ	40º	0,044	9,0	0,053	0,066
PENq	2º	1,59	78,54	0,023	42,79
PENq	7º	3,15	52,7	0,029	0,0
PENq	40º	2,0	33,0	0,004	1,0

Apêndice H - Massa de forragem expressa em gMS.0,25m⁻², média de 30 quadros contíguos, representando os valores dos quatro grupos formadores dos Tipos Funcionais de Plantas (A, B, C, e D) observados em três inventários (2º, 7º e 40º), nas respectivas parcelas de Baixada (- B -).

Parcela	Inventário	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
EBQ	2	0,213	24,05	102,36	49,92
EBQ	7	4,03	7,18	11,21	21,6
EBQ	40	7,0	0,382	5,0	5,0
EBNq	2	0,16	16,4	78,44	8,0
EBNq	7	2,54	16,74	60,58	21,83
EBNq	40	6,56	0,032	28,0	5,0
PBQ	2	9,75	62,16	0,073	1,3
PBQ	7	0,592	25,34	0,0	4,18
PBQ	40	4,0	10,0	0,031	7,0
PBNq	2	0,0	135,73	0,403	0,773
PBNq	7	4,61	25,07	0,0	20,28
PBNq	40	5,0	12,0	0,047	5,0