



## Interação comportamento de pastejo e dinâmica de tipos funcionais em pastagem natural na Depressão Central do Rio Grande do Sul<sup>1</sup>

Betina Raquel Cunha dos Santos<sup>2</sup>, Marcelo Abreu da Silva<sup>3</sup>, Renato Borges de Medeiros<sup>3</sup>, Carolina Blanco<sup>4</sup>, Ênio Sosinski<sup>5</sup>, Valério de Patta Pillar<sup>6</sup>, João Carlos de Saibro<sup>3</sup>, Rodrigo Sasso Rodrigues<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Parte da tese de Doutorado da primeira autora.

<sup>2</sup> D.Sc. em Zootecnia - Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia - UFRGS.

<sup>3</sup> Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia - UFRGS.

<sup>4</sup> Mestre em Ecologia - UFRGS.

<sup>5</sup> Doutorando do CPPG em Ecologia - UFRGS.

<sup>6</sup> CPPG em Ecologia - UFRGS.

<sup>7</sup> Bolsista de Iniciação Científica - Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia - UFRGS.

**RESUMO** - Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar os comportamentos alimentar e espacial de bovinos em pastejo em função da dinâmica de tipos funcionais (TF) em pastagem natural, definidos por meio da descrição de atributos morfológicos. Foram utilizadas novilhas em pastejo rotacionado, com oferta média de forragem de 12% (12 kg de MS/100 kg PV). O ritmo de atividade dos animais foi acompanhado durante o período de 12/02 a 27/02/2003 utilizando-se registradores automáticos Ethosys. Para a medição dos atributos, foram marcadas 30 unidades amostrais permanentes, compostas de cinco quadros contíguos de 0,20 x 0,20 m. Os resultados da descrição da comunidade indicaram um subconjunto ótimo de dois atributos (biomassa superior e biomassa lenhosa), os quais definiram oito TF, indicando congruência de 0,43 com a variável ambiental graus-dia. A evolução dos tempos de pastejo comprovou que, à medida que diminuem os TF preferidos, ocorre aumento nos tempos de pastejo. A caracterização da vegetação com base na definição de atributos, em comparação àquela realizada somente pela identificação das espécies presentes na área, facilitou a compreensão da resposta interativa vegetação × animal. Simultaneamente, à medida que a vegetação se alterou, os animais modularam seu comportamento ajustando seus ritmos de atividade, no tempo e no espaço, provocando continuamente impactos diferenciais na vegetação, que evolui com o tempo.

Palavras-chave: graus-dia, oferta de forragem, registradores automáticos, tempos de pastejo

## Interaction between grazing behavior and functional type dynamics in native grassland in the Central Depression Region of Rio Grande do Sul

**ABSTRACT**- This study aimed to describe the feeding and spatial behavior of beef heifers under rotational stocking, in response to the dynamics of the morphological functional types (TFs) in natural grassland. Stocking rate was adjusted to keep an average of 12% (12 kg DM/100 kg BW) of forage allowance. Animal activity was registered from 12 to 27 February 2003 using the Ethosys automatic device. Thirty permanent field sampling units comprised by five adjacent 0.20 x 0.20 m squares were used to determine pasture attributes. Results showed the existence of an optimum subset of two attributes to describe pasture plant community: the aerial and the lignified (woody) forage biomasses, which defined eight morphological functional types that had a 0.43 congruency value with the variable degree-day. The evolution of grazing activity showed that grazing time increased as the frequency of preferred functional types decreased. Thus, the morphological characterization of functional type-based attribute definition can bring more contributions for the interactive response between the vegetation and the animal behavior than the one realized using only the taxonomic identification. Therefore, in a simultaneous action, as the vegetation change, the animals modulate the behavior adjusting their rhythm of activity in time and space, determining, in a continuous process, differential impacts in the vegetation, which evolves with time.

Key Words: automatic device, degrees-day, grazing time, stocking rate

### Introdução

O campo natural é um recurso essencial para exploração pecuária no Rio Grande do Sul e representa a principal fonte alimentar de seus rebanhos bovino e ovino (Gonçalves,

1982), sendo responsável por mais de 90% da alimentação destes animais (Jacques et al., 1997).

De acordo com dados do IBGE (1986), os campos naturais correspondem a 37% da área do estado, apresentando diversidade florística apreciável quando comparado

a outras áreas de pastagem natural. Segundo Boldrini (1997), somente nas famílias *Poaceae* e *Fabaceae* encontram-se, respectivamente, aproximadamente 400 e 150 espécies, as quais, durante a estação de maior crescimento (primavera), fornecem qualidade suficiente para o suprimento das necessidades nutricionais de animais de média exigência. Em meio a esta diversidade, as espécies formam grupos de plantas, chamados tipos funcionais (TF), com atributos biológicos adaptativos similares quanto à sua associação a certas variáveis, como fatores ambientais ou distúrbios (Pillar & Orlóci, 1993), conferindo diferentes oportunidades de produção animal conforme o manejo adotado. Os TF são tipos de plantas funcionalmente similares (Box, 1996), que, de acordo com Pillar & Sosinski (2003), permitem percepção mais nítida da associação entre vegetação e ambiente.

No entanto, como há predominância de espécies de produção primavera-estival sobre as de produção hibernal (Paim & Boldrini, 1993), a pastagem natural apresenta marcada estacionalidade na oferta de alimento (Dias et al., 1999). Assim, a abundância na oferta de pastagem nos meses de primavera e verão contrasta com a escassez nos meses de outono e inverno, determinando ciclos de abundância e carência alimentar (Alfaya et al., 1997), que dificultam a obtenção de elevada eficiência produtiva. Além disso, ressalta-se o fato de que as pastagens naturais caracterizam-se pelas variabilidades espacial e temporal nos padrões de vegetação que tornam mais marcantes pela ação seletiva dos herbívoros (Senft et al., 1987). Desse modo, a compreensão adequada das dinâmicas temporal e espacial do processo de pastejo é imprescindível para produção sustentável e eficiente do ecossistema campestre.

A exploração destes ambientes se torna complexa, exigindo constante adaptação dos animais no estabelecimento de preferências, que variam de acordo com a diversidade e a disponibilidade de vegetação. De acordo com Senft et al. (1987), o processo de escolha do alimento é organizado de maneira hierárquica, sendo os animais levados a escolherem entre o consumo em zonas preferenciais de pastejo ou de espécies forrageiras. O consumo destas espécies, por sua vez, força os animais ao desenvolvimento da capacidade de escolha das espécies a pastear (Provenza & Balph, 1987) e das estratégias de apreensão e ingestão específicas, adequadas à estrutura das pastagens (Flores et al., 1989). Em ambas as situações, são envolvidos processos complexos de aprendizagem por diferentes vias (Garcia, 1989), de modo que as interações sociais têm função preponderante (Provenza et al., 1992). A disponibilidade de forragem, aliada à eficiência dos mecanismos de aprendizagem dos animais frente à pastagem natural, determina o grau

de atendimento das exigências nutricionais, regulando a expressão de suas potencialidades produtivas e seus efeitos sobre a dinâmica dos sistemas de pastejo.

Embora atualmente tenha-se disponível certo número de informações sobre identificação e classificação das plantas constituintes destas pastagens, pouco se sabe sobre sua dinâmica e sobre os mecanismos adaptativos dos animais nestes ambientes, que, em última análise, determinam seu desempenho e seu efeito modificador sobre as características da pastagem a curto e médio prazo. Tem-se alguma informação referente ao efeito modificador da presença (Pott, 1974; Boldrini, 1993) e frequência de pastejo (Rosito & Maraschin, 1984; Souza, 1989) sobre a composição florística e a estrutura da vegetação nas comunidades vegetais (Dias et al., 2002) e de algumas espécies das pastagens naturais do Rio Grande do Sul. Entretanto, ainda faltam conhecimentos básicos para o estabelecimento de práticas de manejo para o efetivo monitoramento do sistema solo-planta-animal, necessário para construção de uma situação de equilíbrio durável.

Este estudo foi realizado com o objetivo de descrever os comportamentos alimentar e espacial de bovinos em pastejo em função da dinâmica da vegetação dos tipos funcionais (TF) em pastagem natural, formados a partir da descrição de atributos morfológicos. Pretendeu-se obter dados básicos que propiciassem o entendimento do comportamento dos animais frente à dinâmica da vegetação e vice-versa e que contribuíssem para o estabelecimento de indicações que permitam o melhoramento da vegetação e o aumento da produtividade animal. Estudos como esse colaboram para produção de conhecimentos teóricos que possibilitem a avaliação de novas alternativas para conservação do patrimônio genético vegetal desses ambientes e o atendimento das exigências nutricionais dos animais em pastejo, essencial para obtenção de incrementos produtivos necessários à pecuária do estado.

## Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em uma área de 3 ha de campo natural não modificado, da Estação Experimental Agronômica da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizada em Eldorado do Sul – RS, na Depressão Central. A altitude média é de 46 m, com coordenadas geográficas 30° 05' latitude sul e 51° 40' longitude oeste.

O clima dominante na região, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger (Moreno, 1961), é do tipo subtropical úmido Cfa. As chuvas são normalmente bem

distribuídas durante o ano, sendo mais frequentes em meados do outono e final da primavera (Maluf et al., 1981). A precipitação média anual é de 1.440 mm (Bergamaschi & Guadagnin, 1990), com ocorrência de geadas no período de abril a outubro (Maluf et al., 1981). A direção predominante do vento em todas as estações do ano é a sudeste, com velocidades máximas na primavera (Bergamaschi & Guadagnin, 1990).

Segundo Mello et al. (1966), o solo da área experimental pertence à unidade de mapeamento Arroio dos Ratos (Plintossolo), sendo de textura franco-arenosa, raso e imperfeitamente drenado. Quimicamente, o solo é ácido, com pH em água de 4,5 a 5,0, baixos teores de fósforo disponível, matéria orgânica, alumínio trocável e saturação de bases.

A vegetação campestre predominante na região é composta por campos mistos, os quais apresentam vegetação de transição entre os campos grossos da região do Planalto e os campos finos da região da Campanha. Esta vegetação é composta por plantas arbustivas, herbáceas e de porte cespitoso. No estrato inferior do topo das coxilhas das áreas pastejadas, ocorre predominância de *Paspalum notatum* Flüggé. Entre as espécies cespitosas encontradas nos locais mais secos, as principais são *Aristida jubata* (Arech.) Herter e *Aristida laevis* (Nees.) Kunth. Também são encontradas espécies de gramíneas hibernais, como *Briza* spp, *Stipa* spp e *Piptochaetium montevidensis* (Spreng.) Parodi e gramíneas mais grosseiras. Nos locais de maior umidade, verifica-se a ocorrência de *Axonopus affinis* Chase e *Paspalum pumilum* Nees. *Desmodium incanum* (SW) DC, leguminosa mais comum (Boldrini, 1997).

Nos últimos anos, a área utilizada foi submetida a pastejo moderado com bovinos e ovinos, destacando-se que, durante o período de maio de 2001 a julho de 2003, foi mantida diferida, com posterior utilização de alta carga de bovinos por um período de aproximadamente 15 dias para limpeza da área.

Para o ajuste da oferta de forragem, foram realizadas estimativas da disponibilidade de forragem antes e depois da saída dos animais do piquete. A metodologia utilizada nestas determinações baseou-se na realização de leituras com o disco graduado e de cortes em transectas. O piquete foi dividido em 15 zonas (o número de zonas foi estabelecido no período pré-experimento), em função da área total (3 ha) e da topografia do piquete, sendo que as 15 zonas escolhidas foram representativas da heterogeneidade do tipo de vegetação. Em cada zona, em um raio de aproximadamente 10 m do centro, foram cortadas de forma aleatória com tesoura elétrica de esquila seis transectas de 1 m x 0,07 m, as quais foram agrupadas formando uma amostra composta. Paralelamente, foram realizadas em cada zona, onde as

transectas foram alocadas, 20 leituras de altura com disco graduado com vistas à calibração do método. Finalmente, para estimativa da disponibilidade média de forragem do piquete, foram feitas 300 leituras aleatórias com disco graduado na área total do piquete.

No manejo da área, foram utilizadas novilhas pertencentes ao rebanho da EEA -UFRGS. O método de pastejo utilizado foi o rotacionado com lotação variável, dando continuidade ao tipo de regime de pastejo usado nos últimos anos, mantendo-se a vegetação em condição típica de áreas sob pastejo moderado. A lotação foi ajustada a cada rotação, conforme a oferta média de forragem estipulada em 12% (12 kg MS/100 kg PV), mantida por meio da técnica de *put and take* (Mott & Lucas, 1952). Para isso, os animais foram pesados após jejum de 12 horas no início e final do experimento e a cada troca de piquete. Na ocasião da pesagem dos animais, também foram feitos, quando necessários, o controle de endo e ectoparasitas e outros procedimentos sanitários.

No mês de dezembro de 2002, realizou-se um levantamento da composição florística da área. Foram distribuídas de forma sistemática ao longo da área 30 unidades amostrais permanentes, compostas de cinco quadros contíguos (0,20 x 0,20 m), totalizando 150 quadros (Figura 1). A determinação do número e a distribuição de unidades amostrais foram realizadas em função do tamanho e da topografia do piquete. Foram excluídas da amostragem áreas de 15 a 30 m a partir da cerca, como forma de evitar locais com excessivo adensamento de animais, como o saleiro, o bebedouro e a margem das cercas. Áreas constantemente úmidas (30 m de cada lado do curso d'água) também foram excluídas da amostragem. As posições das transecções foram indicadas por dois marcadores de alumínio fixados em duas de suas extremidades por estacas de ferro em forma de "L" enterradas até o nível do solo. Uma armação móvel de ferro foi utilizada durante as avaliações para indicar os limites das transecções. Durante o período de pastejo, foi mantido apenas o marcador para que não houvesse interferência no comportamento de pastejo dos animais.

Os atributos das plantas foram selecionados *a priori* com base nos trabalhos de Pillar & Orlóci (1993), Quadros & Pillar (2001), Castilhos & Pillar (2001), Castilhos (2002), Sosinski & Pillar (2004), considerando sua relevância ecológica para as variáveis ambientais escolhidas. As comunidades (quadros) foram descritas pela composição de populações de plantas e cada população foi descrita por um conjunto de atributos.

A inclinação do terreno foi classificada com o objetivo de situar as transecções nos relevos da seguinte forma: relevo 1 (topo) - gradientes de inclinação entre 0 e 3 graus,

nas cotas de 56 a 58 m; relevo 2 (encosta) - gradientes de inclinação entre 4 e 6 graus, nas cotas de 43 a 56 m; relevo 3 (baixada) - gradientes de inclinação entre 3 a 0 graus, na cota 43 m. Corresponderam ao topo as transecções 9 e 10, à encosta, as transecções 2, 7, 12, 28, 36, 40, 42, 43, 44 e 45 e à baixada, as transecções 3, 4, 5, 15, 16, 17, 18, 20, 24, 25, 26, 27, 29, 31, 33, 37, 46 e 49.

Em cada quadro, a comunidade foi avaliada quanto à cobertura das espécies presentes e ao estado de cada uma dessas espécies, segundo os atributos:

- biomassa da parte aérea (bp): definidas subjetivamente em cinco classes, com base na altura dos indivíduos e no volume da planta;
- porcentagem de biomassa lenhosa (bl): medida subjetiva;
- porcentagem de material senescente (se): medida subjetiva;
- altura máxima (am): medida com régua graduada, em mm, desde a superfície do solo até a última folha expandida;
- altura em que ocorre a maior concentração de biomassa fotossintetizante (ab): medida com régua graduada, em mm, desde a superfície do solo até o ponto de maior densidade de folhas;

- porcentagem de biomassa acima de ab (bs);
- propagação vegetativa da espécie (pv): foram consideradas três categorias (1: estolonífera; 2: rizomatosa; 3: outras);
- especializações morfológicas de defesa da lâmina (dl): foram consideradas três categorias (1: sem defesa; 2: áspera; 3: espinhosa);
- força de tensão da lâmina foliar ( $n/mm^2$ ) (ft): calculada a partir da largura da lâmina foliar (ll), da espessura da lâmina foliar (el) e da resistência da lâmina foliar à ruptura (kgf) (rl), por meio da fórmula:  $[rl / (ll * el)] = ft$ .

A largura da lâmina foliar foi medida com régua graduada, em mm, na metade do comprimento da lâmina, de forma a representar o valor médio da largura da lâmina. A espessura foi determinada com um paquímetro e a resistência da lâmina foliar à ruptura, por meio de um dinamômetro adaptado, tracionando-se a lâmina foliar longitudinalmente até a ruptura da lâmina.

A variação intra-específica da propagação vegetativa da espécie entre os quadros também foi registrada e as porcentagens de biomassa e biomassa lenhosa foram estimadas visualmente, tomando-se como referência a população da espécie no quadro. Os demais atributos foram deter-

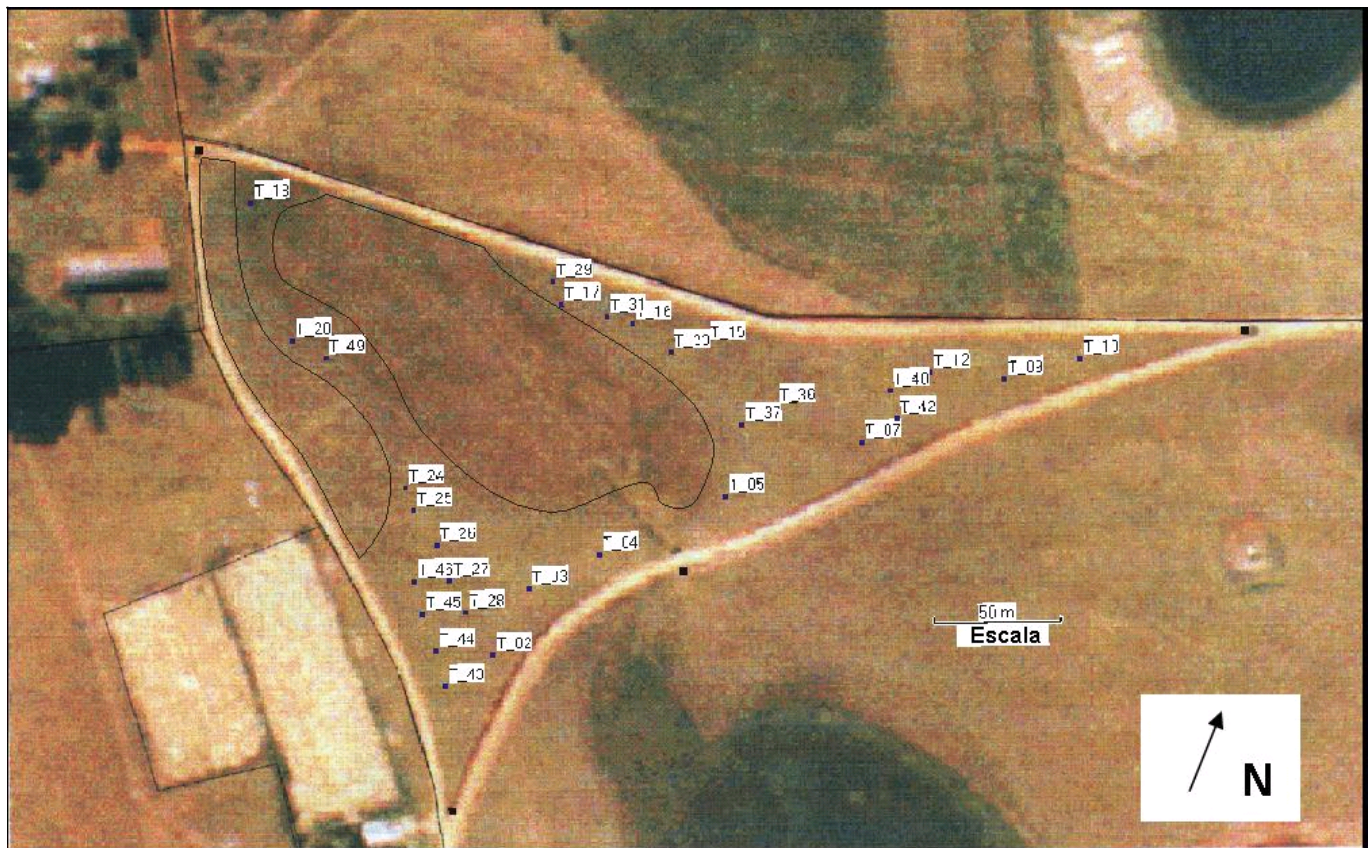


Figura 1 - Foto aérea da área experimental com as transecções georeferenciadas, maio de 2003. EEA-UFRGS.

Figure 1 - Aerial photo of the experimental area with the geo-referenced transects. May of 2003. EEA-UFRGS.

minados com base em um indivíduo representativo da espécie presente no quadro.

Foram somados os graus-dia a partir do dia da saída dos animais da área (período pré-experimental) até o dia da primeira avaliação de cada comunidade. A quantidade de calor específico acumulado para o crescimento foi considerada o somatório das diferenças entre as médias térmicas diárias e a temperatura-base da espécie, expresso em graus-dia (GD), conforme o cálculo:  $GD = S (T_{média} - T_{base})$ . Dados da temperatura-base das espécies campestres do Rio Grande do Sul em geral são escassos. No entanto, como há predomínio de espécies C4, considerou-se a temperatura-base de 10°C da espécie *Andropogum lateralis*, determinada em trabalhos anteriores (Trindade, 2003), pela sua grande representatividade.

A intensidade de pastejo foi medida por meio da variável altura da biomassa nas várias datas de avaliação, utilizando-se a fórmula:  $(\text{altura1} - \text{altura 2}/\text{altura 1}) * 100$ , desenvolvida por Boggiano (1995).

Foram realizadas amostragens da estrutura da vegetação (atributos) antes e depois da exposição da área ao pastejo. As avaliações da estimativa de consumo de biomassa pelos animais (altura e biomassa vegetal dos quadros) foram realizadas durante o período de pastejo, ou seja, no 3<sup>o</sup>, 10<sup>o</sup> e 15<sup>o</sup> dias após a introdução dos animais na área, por meio da medição da taxa de desaparecimento da planta.

Para isso, o piquete foi submetido a um período de pastejo e o comportamento dos animais foi monitorado por meio de registradores automáticos Ethosys, colocados em cinco animais *testers*. Esses registradores automáticos informam o ritmo de atividade (descanso, pastejo ou ruminância) dos animais em períodos de 24 horas. Desta forma, os animais foram observados durante um período ininterrupto de 15 dias no verão (12/02/2003 a 27/02/2003) e os dados obtidos foram transferidos, a cada 72 horas, para uma base de armazenamento portátil e, posteriormente, para um computador de posto fixo.

Os dados referentes às variáveis micrometeorológicas foram obtidos junto à estação meteorológica da EEA - UFRGS (Bergamaschi, 2003), a 100 m do campo experimental. Para a análise estatística, os dados referentes às variáveis descritivas da vegetação foram organizados em matrizes. No aplicativo SYNCOSA v.2.2 (Pillar, 2003), foram executados algoritmos para determinação de subconjuntos ótimos de atributos que definem tipos funcionais, utilizando-se o método politético de otimização, para obtenção de um subconjunto ótimo de atributos que maximizasse a correlação entre as variáveis ambientais e as comunidades descritas pelos atributos morfológicos (Pillar & Sosinski, 2003).

A descrição das populações por meio dos atributos definiu uma matriz B (população × atributos) e a descrição das comunidades pela composição dessas populações resultou em uma matriz W (populações de atributos × comunidades). Uma terceira matriz E descreveu os sítios (quadros) das comunidades pela intensidade do distúrbio, calculada pela intensidade de pastejo. Essas matrizes foram analisadas procurando-se um subconjunto ótimo de atributos que maximizasse a correlação entre a variação da vegetação descrita pelos TF definidos com base nesses atributos e a intensidade de uso da vegetação pelos animais (desempenho dos atributos – Pillar & Sosinski, 2003). A medida de correlação utilizada pelo algoritmo foi a medida de congruência descrita por esses autores. O algoritmo foi similar àquele descrito por Pillar (1999), mas, a cada iteração recursiva, uma análise de agrupamento esteve envolvida como passo adicional na classificação politética baseada na matriz de populações por atributos. Escolhendo o número de TF (nível de partição dos grupos), o algoritmo busca adicionalmente, para cada subconjunto de atributos, um nível de partição que maximize a função objetiva.

Para definição dos TF de efeito, foram utilizados os dados de cada quadro nas transecções, ou seja, cada quadro constituiu uma comunidade. Nas matrizes B e W, utilizou-se a mesma lista dos atributos descrita anteriormente e, na matriz E, aplicaram-se os dados dos índices de pastejo calculados nos cinco quadros de cada transecção. Foram utilizados os dados referentes ao 3<sup>o</sup> dia de pastejo. Deste modo, os dados na matriz ambiental E foram arranjados com o objetivo de calcular possíveis tendências de comportamento de pastejo, quanto à seletividade, com relação à estrutura das comunidades disponíveis aos animais. Assim, foram obtidos TF que descreveram o efeito da estrutura das comunidades (estado dos atributos anterior ao distúrbio) na seletividade dos animais (matriz E, com valores de desaparecimento da biomassa nas comunidades).

Os dados referentes aos tempos de pastejo foram analisados a partir da definição de quatro subperíodos de utilização, definidos de forma a propiciar uma correspondência entre as informações referentes à vegetação e aos animais: o 2<sup>o</sup> e o 3<sup>o</sup> dia após a entrada dos animais na área constituíram o primeiro subperíodo; o 5<sup>o</sup>, 6<sup>o</sup> e 7<sup>o</sup> dias caracterizaram o segundo subperíodo; o 8<sup>o</sup>, 9<sup>o</sup> e 10<sup>o</sup> dias de utilização, o terceiro subperíodo; e, finalmente, o período do 13<sup>o</sup> ao 15<sup>o</sup> dias constituiu o quarto subperíodo. Organizados, os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se, para verificação do nível de significância, testes de aleatorização, implementados a partir do aplicativo MULTIV (Pillar, 2001).

## Resultados e Discussão

A análise dos dados obtidos no levantamento descritivo da vegetação realizado em dezembro de 2002 permitiu a descrição de 689 populações diferentes quanto aos atributos avaliados. A partir do método politético de otimização (Pillar & Sosinski, 2003), obteve-se um subconjunto ótimo, constituído de dois atributos (biomassa superior e biomassa lenhosa), os quais apresentaram congruência máxima de 0,43 com a variável ambiental graus-dia (Figura 2), o que possibilitou a definição de oito tipos funcionais que caracterizaram o estado inicial da vegetação (Tabela 1).

Como demonstrado na Tabela 1, as espécies apresentaram indivíduos comuns a vários TF, o que pode ser explicado pela plasticidade fenotípica das espécies (Castilhos & Pillar, 2001) e/ou pelos estádios diferenciados de desenvolvimento.

A caracterização deste subconjunto de atributos morfológicos indicou uma congruência relativamente baixa com a variável ambiental graus-dia, entretanto, quando considerada somente espécie como atributo, apresentou congruência extremamente baixa, de 0,097, com a formação de 76 tipos funcionais. Essa menor congruência encontrada

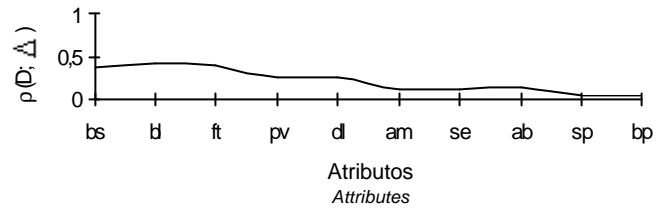


Figura 2 - Perfil da congruência máxima  $r(D; \Delta)$  na otimização dos atributos.

Figure 2 - Profile of the maximum congruence  $r(D; \Delta)$  in the improvement of the attributes.

com o atributo espécie também foi observada por Boggiano (1995), Quadros & Pillar (2001), Castilhos & Pillar (2001) e Castilhos (2002), indicando maior pertinência da caracterização da vegetação embasada na definição de atributos que a realizada somente a partir da identificação das espécies. Este conhecimento é de grande utilidade em estudos para caracterizar os efeitos do pastejo na vegetação.

Este tipo de abordagem ótima baseada na definição de atributos, os quais permitem a definição de tipos funcionais, constitui-se uma ferramenta que permite melhor entendimento da dinâmica da vegetação por fornecer menor número de descritores da vegetação. Isso evidencia a resposta potencial da vegetação ao fator ambiental consi-

Tabela 1 - Caracterização dos estados dos oito tipos funcionais (TF) gerados com relação aos atributos otimizados (biomassa superior e biomassa lenhosa) e as espécies incluídas na definição dos TF

Table 1 - Characterization of the eight functional types (FT) generated with relation to the optimized attributes (superior biomass and lignified biomass) and the enclosed species in the definition of the FT

TF FT	Atributo (%) Attribute		Espécie Specie
	Biomassa superior Aerial biomass	Biomassa lenhosa Lignified biomass	
1	14	2	<i>Axonopus, Paspalum, Sporobolus, Panicum, Fimbristylis, Ruelia, Piptochaetium, Desmodium, Andropogum, Coelorhachis, Schizanthus, Hypoxis, Eragrostis, Briza, Chevreulia, Aristida, Tibouchina, Elephantopus, Richardia, Eleusine, Centella, Stipa</i>
2	48	10	<i>Axonopus, Paspalum, Sporobolus, Panicum, Fimbristylis, Ruelia, Oxalis, Coelorhachis, Schizanthus, Piptochaetium, Andropogum, Eragrostis, Tibouchina, Aristida, Baccharis, Pflafia, Aspilia, Richardia, Chevreulia, Evolvulus</i>
3	50	44	<i>Desmodium, Baccharis, Vernonia, Galactia</i>
4	68	5	<i>Ruelia, Panicum, Desmodium, Centella, Aspilia, Pflafia, Tibouchina, Vernonia, Borreria, Agrostis, Cynodon, Elephantopus, Chevreulia</i>
5	18	25	<i>Desmodium, Pflafia</i>
6	60	32	<i>Desmodium, Evolvulus, Vernonia, Borreria</i>
7	25	50	<i>Pflafia</i>
8	75	63	<i>Baccharis</i>

derado e ainda fornece subsídios para o acompanhamento das variações na vegetação, relativas tanto aos padrões de variação temporal e espacial quanto ao efeito do pastejo. Esses resultados comprovam a importância deste tipo de abordagem nos estudos de ecologia de pastejo.

No segundo levantamento, realizado em fevereiro de 2003, foi constatada diminuição da altura da forragem (e, conseqüentemente, da disponibilidade de determinados tipos) à medida que os animais foram colocados na área com vistas à verificação do efeito da estrutura da vegetação na seleção da dieta pelos animais e desta sobre seu comportamento. Esta diminuição foi significativa já nos primeiros três dias de utilização ( $P = 0,07$ ), intensificou-se entre o 3º e o 10º dia ( $P = 0,001$ ) e estabilizou-se a partir do 11º dia de permanência dos animais ( $P = 0,22$ ), como resultado da importante redução de altura do estande imposta pelo sistema de pastejo utilizado (Tabela 2).

A importância do efeito modificador da vegetação sobre a dinâmica dos tipos funcionais foi evidenciada à medida que se introduziu a intensidade de pastejo na definição da classificação que embasou a tipologia. Sua introdução determinou claramente a modificação do número (de oito para quatro) e da caracterização dos tipos funcionais (Tabela 3).

A confrontação dessas informações com aquelas referentes aos animais indica uma modulação do comportamento dos animais em resposta à evolução da vegetação. Observou-se significativo aumento no tempo de pastejo à proporção que a altura média das plantas diminuiu (Figura 3), provavelmente resultado da estratégia adaptativa utilizada pelos animais na busca da compensação de reduções da oferta de tipos preferidos e/ou da qualidade da forragem ofertada. Este tipo de reação é bem descrito na literatura (Penning et al., 1991) e representa a primeira resposta adaptativa implementada por animais pastejadores diante de situações de redução na oferta de forragem.

Observou-se aumento significativo do tempo médio de pastejo registrado entre o primeiro e o segundo (9,21 a 10,24 h/dia;  $P = 0,008$ ) e entre o segundo e terceiro períodos (10,24 a 10,92 h/dia;  $P = 0,05$ ), seguido de uma tendência à estabilização dos valores obtidos (10,92 a 11,26 h/dia;  $P = 0,34$ ). Esta constatação revela a capacidade de adaptação dos animais, que, ao tentar compensar as reduções da disponibilidade de forragem preferida, consumida prioritariamente no período inicial de utilização, intensificaram seu esforço de seleção da dieta em detrimento das demais atividades que constituem seu repertório comportamental.

Tabela 2 - Médias de altura nas 20 transecções submetidas ao pastejo de bovinos antes da utilização (AP) e no 3º (3DP), 11º (11DP) e 15º (15DP) dias de pastejo

Table 2 - Average heights in the 20 transects submitted to grazing cattle before the use (AP) and in the 3<sup>rd</sup> (3DP), 11<sup>th</sup> (11DP) and in the 15<sup>th</sup> (15DP) days of grazing

Transecção <i>Transect</i>	Altura média (cm) <i>Average height (cm)</i>			
	AP	3DP	11DP	15DP
2	9,4	9,5	6,6	5,0
3	9,0	8,5	6,2	5,0
9	12,4	11,4	7,0	6,0
15	13,0	10,7	8,0	8,4
16	16,8	14,9	13,0	9,6
17	12,4	12,0	8,0	7,0
18	19,3	13,3	7,7	6,7
20	14,2	10,0	7,0	6,3
25	12,7	11,5	8,8	7,9
27	17,0	13,7	11,2	8,8
28	17,4	15,6	11,2	8,3
29	16,9	13,7	12,6	9,0
31	12,0	11,4	9,7	8,4
33	17,8	10,6	10,1	7,9
36	18,9	15,0	8,9	8,8
40	11,1	10,3	4,2	3,8
42	12,5	12,0	6,2	4,9
44	8,8	7,6	3,6	3,3
45	12,4	11,6	8,5	5,5
46	14,1	12,6	10,6	9,8
Média <i>Average</i>	13,9	11,7	8,4	7,0

Tabela 3 - Caracterização dos estados dos quatro tipos funcionais (TF) gerados com relação ao atributo otimizado (biomassa superior - BS) e as espécies incluídas na definição dos TF

Table 3 - Characterization of the four functional types (FT) generated with relation to the optimized attribute (superior biomass - SB) and the enclosed species in the FT definition

TF <i>FT</i>	Atributo (%) <i>Attribute</i>	Espécie <i>Specie</i>
	BS (SB)	
1	22	<i>Axonopus, Paspalum, Sporobolus, Fimbristylis, Piptochaetium, Cynodon</i>
2	50	<i>Ruelia</i>
3	68	<i>Axonopus, Paspalum, Cynodon, Andropogum, Ruelia, Aspilia, Coelorhachis</i>
4	75	<i>Sporobolus, Andropogum, Coelorhachis, Baccharis, Agrostis, Eragrostis, Cyperus</i>

Esta evolução resulta adicionalmente em uma modificação dos ritmos de atividade pelos animais (Figura 4), de forma que, à medida que o número de dias de utilização aumenta, o pastejo tende a ser mais contínuo, tendendo a diminuir a alternância no primeiro subperíodo entre intervalos de tempo de pastejo mais ou menos intenso. Esse comportamento resulta na agregação de mais um fator ao condicionamento clássico exercido pelos fatores meteorológicos

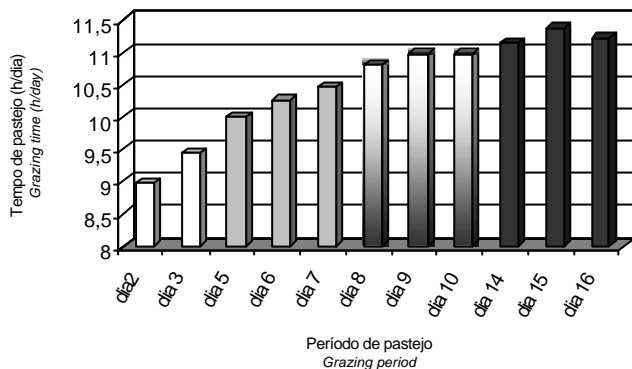


Figura 3 - Tempo médio diário de pastejo por bovinos registrado no período de 12 a 27 de fevereiro de 2003.

Figure 3 - Daily grazing average time of bovines recorded from 12 to 27 of February, 2003.

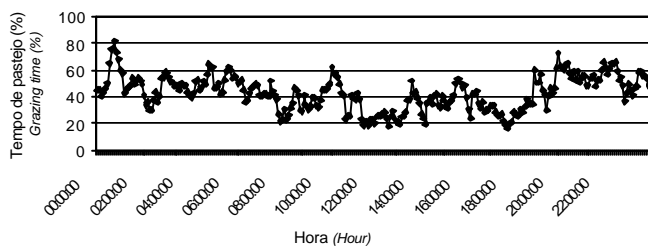
sobre os parâmetros que definem o ritmo nictemeral dos animais (Senft et al., 1987).

Os períodos de ruminação variaram de 3 a 10 horas, observando-se que a ruminação foi mais intensa à noite. Os tempos de ruminação observados estão de acordo com os descritos na literatura (Petit, 1972). Também não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os subperíodos.

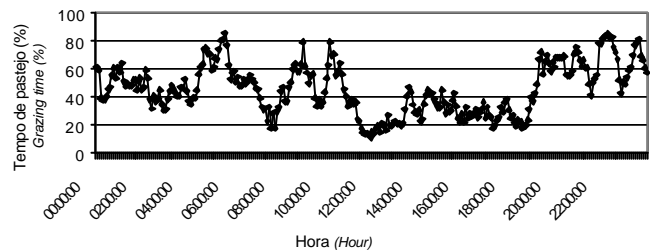
Estes mecanismos se organizam em termos espaciais, de forma a produzir um impacto diferencial dos animais sobre a vegetação, que evolui com o tempo. Assim, no início do período de utilização, observou-se maior frequência de animais pastejando nas áreas mais baixas do piquete, enquanto, ao final do período, houve inversão dessa localização preferencial (Figura 5), provavelmente em decorrência do contraste quantitativo produzido pela utilização da forragem disponível.

Como resultado da ação destes mecanismos adaptativos, observou-se por meio da análise de ordenação realizada – cujos primeiros dois eixos explicaram 97,5% da variação total em vez de 2% caso as unidades amostrais estivessem organizadas de forma totalmente aleatória – uma hierarquia na ordem de visitação dos diferentes quadrados marcados, relacionada à disponibilidade dos tipos funcionais neles representados (Figura 6).

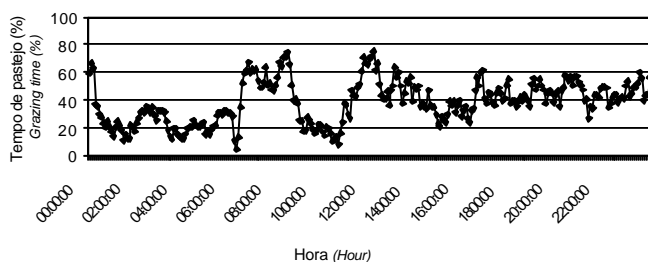
Subperíodo 1 (Sub-period 1)



Subperíodo 2 (Sub-period 2)



Subperíodo 3 (Sub-period 3)



Subperíodo 4 (Sub-period 4)

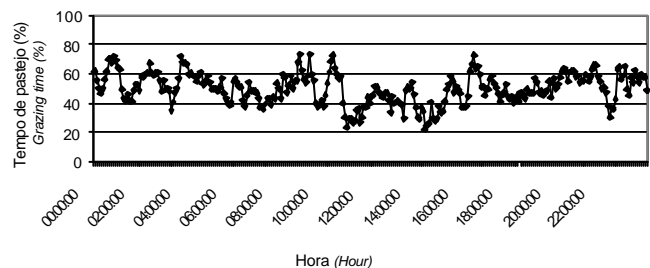


Figura 4 - Ritmo médio diário de pastejo durante os períodos 1 (2º e 3º dias de ocupação), 2 (5º ao 7º dia de ocupação), 3 (8º ao 10º dia de ocupação) e 4 (14º ao 16º dia de ocupação).

Figure 4 - Average daily grazing rhythm during periods 1 (2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> day of occupation), 2 (5<sup>th</sup> to 7<sup>th</sup> day of occupation), 3 (8<sup>th</sup> to 10<sup>th</sup> day of occupation) and 4 (14<sup>th</sup> to 16<sup>th</sup> day of occupation).



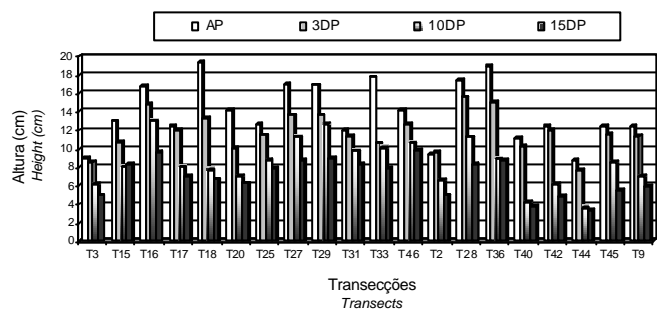


Figura 5 - Alturas médias da vegetação antes do pastejo (AP), no 3º (3DP), 10º (10DP) e 15º (15DP) dias de pastejo nas transecções avaliadas na baixada, na encosta e no topo.

Figure 5 - Average vegetation height before grazing (AP), in the 3<sup>rd</sup> (3DP), 10<sup>th</sup> (10DP) and 15<sup>th</sup> (15DP) days of grazing in the evaluated transects in the lowland, hillside and upland.

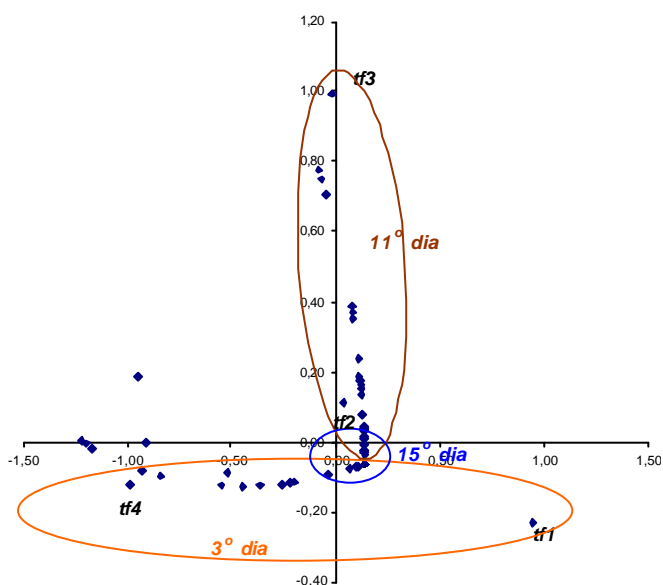


Figura 6 - Representação das coordenadas dos dois primeiros eixos da análise de ordenação realizada e de sua correspondência com a fase do período de utilização em que os quadrados marcados foram pastejados pela primeira vez.

Figure 6 - Representation of the coordinates of the two first axes of ordination analysis and its correspondence with the phase of the utilization period when the marked squares were grazed at the first time.

### Conclusões

A caracterização da vegetação embasada na definição de atributos apresentou maior pertinência que a realizada somente a partir da identificação das espécies presentes na área.

A evolução da estrutura da vegetação observada em determinado período de pastejo ocorre por meio do pastejo

seletivo, priorizando determinados tipos funcionais em detrimento de outros, consumidos somente quando a oferta dos tipos preferidos é reduzida.

A seleção da dieta realizada pelo animal, assim como a variação de suas estratégias adaptativas, ocorreu não somente em função das espécies disponíveis, mas principalmente em resposta à variação de características ou atributos da vegetação, sobretudo a altura da biomassa.

A modulação do comportamento do animal em função da variação de atributos da vegetação incluiu variações do tempo de pastejo, da distribuição das diferentes atividades realizadas ao longo do dia e da distribuição espacial da atividade de pastejo.

A preferência dos animais por determinados tipos funcionais e a redução gradativa da disponibilidade de forragem imposta pelo pastejo definiram uma hierarquia na ordem de frequência das diferentes manchas que compuseram determinada área de pastagem.

### Literatura Citada

ALFAYA, H.; EICHELBEGER, L.; DIAS, A.E.A. et al. Produção de matéria seca e nutrientes da pastagem natural no inverno e na primavera na Encosta do Sudeste-Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. v.2, p.304-306.

BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M.R. **Agroclima da Estação Experimental Agrônômica da UFRGS**. Porto Alegre: Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da UFRGS, 1990. 96p.

BERGAMASCHI, H. [2003] **Dados oriundos da base física do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia**. Disponível em: <<http://www.ufrgs/agrometeorologia.br>>. Acesso em: 23/09/2003.

BOGGIANO, P.R. **Relações entre estrutura da vegetação e pastejo seletivo de bovinos em campo natural**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 150p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 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**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993. 262p. 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**. Porto Alegre: Instituto de Biociências da UFRGS, 1997. 39p. (Boletim, 56).

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

CASTILHOS, Z.M.S.; PILLAR, V.P. Evaluation of plant functional types response to grazing and fertilizer levels in natural grassland. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, São Paulo. **Proceedings...** São Pedro: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2001. p.332-333.

CASTILHOS, Z.M.S. **Dinâmica vegetacional e tipos funcionais em áreas excluídas e pastejadas sob diferentes condições iniciais de adubação**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. 114p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

- DIAS, A.E.A.; ALFAYA, H.; EICHELBEGER, L. et al. Parâmetros de qualidade da pastagem natural na região agroecológica Serra do Sudeste – RS. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p.31.
- DIAS, A.E.A.; NABINGER, C.; JACQUES, A.V.A. et al. Metodologia para caracterização do ambiente de pastejo: campos mistos. In: REUNION DEL GRUPO TECNICO EN FORRAJERAS DEL CONO SUR ZONA CAMPOS, 19., 2002, Mercedes. **Memorias...** Mercedes: INTA, 2002. p.227.
- FLORES, E.R.; PROVENZA, F.D.; BALPH, D.F. The effect of experience on the foraging skill of lambs: importance of plant form. **Applied Animal Behaviour Science**, v.23, p.285-291, 1989.
- GARCIA, J. Food for tolmán: cognition and cathexis inconcert. In: ARCHER, T.; NILSSON, L. (Eds.) **Aversion, avoidance and anxiety**. Hillsdale: Erlbaum, 1989. p.45-85.
- GONÇALVES, J.O.N. **Produção de forragem no período outonal na região sudoeste do estado do Rio Grande do Sul**. Bagé: EMBRAPA-UEPAE, 1982. 34p (Circular Técnica, 1/78).
- IBGE [1986]. **Resultados do censo agropecuário para o Rio Grande do Sul**. Disponível em: <http://www.ibge.net/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/43/d43-t01.shtm> Acesso em: 20/11/2003.
- JACQUES, A.V.A.; IRIBARREM, C.B.; MARASCHIN, G.E. et al. **Índices de lotação pecuária para o Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Federação dos Agricultores do Rio Grande do Sul, 1997. 56p.
- MALUF, J.R.T.; DA CUNHA, G.R.; GESSINGER, G.I. Agroclimatologia do estado do Rio Grande do Sul. IV. Balanço hídrico, normal climático 1912-1975. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 1981, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1981. p.57-93.
- MELLO, O.; LEMOS, R.C.; ABRÃO, P.U.R. et al. Levantamento de uma série de solos do Centro Agronômico. **Revista da Faculdade de Agronomia e Veterinária da UFRGS**, v.8, n.1/4, p.7-155, 1966.
- MOTT, G.O.; LUCAS, H.L. The design conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, Pennsylvania. **Proceedings...** Pennsylvania: State College Press, 1952. p.1380-1395.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 41p.
- PAIM, N.R.; BOLDRINI, I.I. **Ressemeadura natural em pastagens**. Porto Alegre: Caramuru, 1993. p.47-53.
- PENNING, P.D. Some effects of sward conditions on grazing behavior and intake by sheep. In: NATO ADVANCED RESEARCH WORKSHOP: grazing research at northern latitudes, 1986, Hvanneyri, Canada. **Proceedings...** Hvanneyri: 1986. p.219-226.
- PETIT, M. Emploi du temps des troupeaux de vaches mères et leur veaux sur les pâturages d'altitude de l'Aubrac. **Annales de Zootechnie**, v.21, p.5-27, 1972.
- PILLAR, V.D. **MULTIV, software para análise multivariada e testes de hipóteses**. Porto Alegre: Departamento de Ecologia da UFRGS, 2001.
- \_\_\_\_\_. **SYNCSA, software for character-based community analysis**. Versão 2.2.0. Porto Alegre: Departamento de Ecologia da UFRGS, 2003.
- PILLAR, V.D.; ORLOCI, L. **Character-based community analysis: theory and application program**. The Hague: SPB Academic, 1993. 270p.
- PILLAR, V.D.; SOSINSKI, E.E. An improved method for searching plant functional types by numerical analysis. **Journal of Vegetation Science**, v.14, p.323-332, 2003.
- POTT, A. **Levantamento fitossociológico da vegetação de um campo natural sob três condições: pastejado, excluído e melhorado**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1974. 223p. Dissertação (Mestrado Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1974.
- PROVENZA, F.D.; BALPH, D.F. Diet learning by domestic ruminants: theory, evidence and practical implications. **Applied Animal Behaviour Science**, v.18, p.211-232, 1987.
- PILLAR, V.D.; ORLOCI, L. **Character-based community analysis: theory and application program**. The Hague: SPB Academic, 1993. 270p.
- QUADROS, F.L.F.; PILLAR, V.P. Dinâmica vegetacional em pastagem natural submetida a tratamentos de queima e pastejo. **Ciência Rural**, v.31, n.5, p.863-868, 2001.
- ROSITO, J.M.; MARASCHIN, G.E. Efeito de sistemas de manejo sobre a flora de uma pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, n.3, p.311-316, 1984.
- SENFT, R.L.; COUGHENOUR, M.B.; BAILEY, D.W. et al. Large herbivore foraging and ecological hierarchies. **BioScience**, Albertson, NY, v.37, n.11, p.789-799, 1987.
- SOSINSKI, E.E.; PILLAR, V.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 A.G. **Evolução e produção animal da pastagem nativa sob pastejo contínuo e rotativo**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994. 160p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1989.
- TRINDADE, J.P. **Processos de degradação e regeneração da vegetação campestre do entorno de areais do sudoeste do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 165p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

---

 Recebido: 27/09/05

Aprovado: 29/05/06