

Oferta de forragem como condicionadora da estrutura do pasto e do desempenho animal

Paulo C. de F. Carvalho, Davi T. dos Santos & Fabio P. Neves

Introdução

O conceito de oferta de forragem¹ (OF) representou um avanço na pesquisa em forrageiras em um tempo em que a produtividade da pastagem era medida, usualmente, pelo emprego de taxas de lotação. Os protocolos experimentais, aqueles comuns ao início da segunda metade do século passado, aplicavam várias lotações à pastagem que se queria avaliar, concluindo-se por aquela que promovesse maior produtividade. No entanto, pouca reprodutibilidade se observava, na medida em que as condições do pasto (massa de forragem, relação folha:colmo, composição botânica, etc.) podiam variar, consideravelmente, considerando-se uma mesma lotação. Conseqüentemente, a produtividade também variava e os resultados não se repetiam.

Neste sentido, o conceito de oferta de forragem fez avançar o conhecimento sobre o manejo das pastagens, pois atrelava a lotação animal a uma quantidade de forragem disponível na pastagem, melhorando a reprodutibilidade dos resultados, bem como a obtenção de condições experimentais comparáveis. Nesta nova perspectiva, as taxas de lotação passaram a ser uma consequência da quantidade de forragem disponibilizada a qual, em última análise, é reflexo da oferta de recursos tróficos do ambiente, bem como da capacidade da comunidade vegetal em capturá-los. E foi neste contexto que se construiu boa parte dos recentes protocolos experimentais que objetivaram estudar o manejo das pastagens naturais no Rio Grande do Sul (e.g., Escosteguy, 1990, Soares, 2002, dentre outros).

Não obstante, informações recentes dão conta de que mesmo o conceito de oferta de forragem tenha limitações para descrever o processo de construção da produção animal em pastagens (Carvalho, 1997a). Muito embora a oferta de forragem descreva a quantidade de alimento que é disponibilizada ao animal, ela não traz informação alguma sobre a forma com que esta forragem é apresentada ao mesmo. Essa forma de distribuição espacial da parte aérea das plantas, a qual denominamos estrutura do pasto², afeta consideravelmente o consumo e a seleção de dietas dos animais em pastejo (Carvalho et al., 2001). Mesmo a produção primária dos ecossistemas pastoris é determinada pela estrutura de sua vegetação (Laca & Lemaire, 2001). Portanto, a estrutura do pasto não deve ser tomada simplesmente por uma descrição das características de um pasto, mas sim ser considerada como um **atributo de manejo**. Em

¹ Oferta de forragem é a relação entre a quantidade de matéria seca de forragem por unidade de área e o número de unidades animais ou unidades de consumo de forragem em qualquer ponto determinado no tempo. Trata-se de uma relação forragem/animal inversa à pressão de pastejo (The Forage and Grazing Terminology Committee, 1992).

² Estrutura do pasto refere-se à distribuição e ao arranjo da parte aérea das plantas dentro de uma comunidade vegetal (Laca & Lemaire, 2001).

decorrência disto, a compreensão atual do uso do conceito de oferta de forragem no manejo de pastagens é a de que ela não seja somente uma ação de manejo *per se*, mas sim uma ferramenta condicionante da estrutura do pasto a que se objetiva. Assim sendo, este trabalho tem por intuito apresentar e discutir alguns resultados recentes sobre como a oferta de forragem e a estrutura do pasto interagem afetando o consumo dos animais e seu desempenho. O contexto do assunto será focado em pastagens naturais de flora complexa e estrutura heterogênea.

Marco teórico sobre a dinâmica das estruturas em ambientes pastoris complexos

Pode parecer óbvio que as características que são exigidas para que determinadas plantas possam existir em um habitat desértico não sejam as mesmas características daquelas que devam habitar zonas tropicais úmidas. Esta simples observação embute o conceito de que cada tipo de habitat acaba por determinar características adaptativas nos seres que ali se dispõem a viver. Este potencial edáfico do ambiente, em conjunto com a diversidade florística local e seu histórico co-evolutivo, definem os tipos de vegetação e de estrutura que potencialmente são capazes de ocorrer num dado habitat (Figura 1).

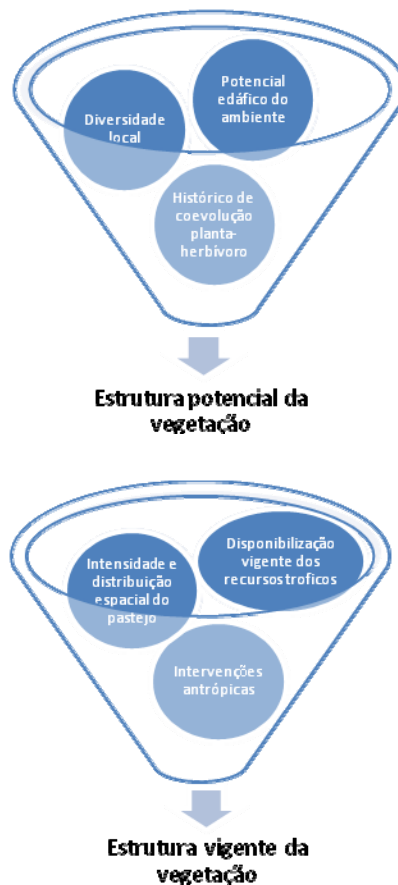


Figura 1. Representação da estrutura vigente numa vegetação como resultado de uma estrutura potencial que é modelada pelo pastejo e outras intervenções antrópicas, bem como pelas condições atuais para crescimento permitidas pelo habitat.

Ainda que exista uma gama de estruturas que, potencialmente, possam existir, são as condições correntes no habitat que definem, em última análise, a estrutura vigente da

vegetação. As condições edáficas, o tipo de solo, a posição topográfica, enfim, a disponibilização de recursos tróficos para um determinado sítio determina a existência de condições mais ou menos favoráveis para o crescimento vegetal. Este fator local determina os tipos de vegetação que podem se desenvolver nas condições ambientais prevalentes (predominância de espécies estivais, hibernais, porte rasteiro, formadoras de touceiras, crescimento rápido, crescimento lento, etc.). Associa-se, a isto, o efeito do pastejo e outras intervenções antrópicas (e.g., fertilização, suplementação mineral), e tem-se uma estrutura de vegetação que reflete, naquele momento, o resultado de um “processo de filtragem” esquematizado pelos funis na figura acima.

O fato dos ecossistemas terem variabilidade na disponibilização de nutrientes, bem como na distribuição e intensidade do pastejo, faz com que existam sítios com diferentes combinações de “fertilidade” e “pressão de pastejo”, o que gera plantas com as mais diferentes estratégias e formas de crescimento. Se considerarmos que este processo de adaptação vem ocorrendo desde o Paleoceno no caso das dicotiledônias, e desde o Mioceno, no caso específico das gramíneas (Van Soest, 1994), isto significa que várias estratégias e estruturas adaptativas foram moldadas pelas plantas, há milhares de anos, para sobreviverem nos ambientes com as mais diferentes combinações acima mencionadas.

Segundo as principais teorias atualmente dominantes na ecologia, o pastejo constitui-se num distúrbio capaz de afetar, direta e indiretamente, as relações de competição entre plantas dentro de uma comunidade vegetal e, por consequência, o ecossistema seria afetado pela alteração de suas trajetórias vegetacionais (estratégias C-S-R de Grime, 1977, e LHS de Westoby, 1998). Assim sendo, a estrutura de uma vegetação desenvolvida num determinado sítio seria resultante de um equilíbrio provocado por combinações locais de fatores que afetam a competição inter-específica no seio da comunidade. Isto significaria que, nos ecossistemas em que o distúrbio (remoção de tecidos das plantas, e.g., pastejo e fogo) prevalece sobre o stress (interrupção de crescimento, e.g., limitação hídrica) como determinante da dinâmica vegetacional, a seletividade exercida pelo animal, escolhendo algumas espécies em detrimento de outras, é determinante do tipo de comunidade que será dominante naquele ecossistema (Skarpe, 2001).

Ecossistemas pastoris com elevada diversidade podem, em tese, ser mais produtivos e resilientes, pois a diversidade de estruturas e estratégias das plantas resulta que haja sempre espécies disponíveis para aproveitarem as mais diversas combinações de competição pela oferta de recursos tróficos (manchas de solos com diferentes níveis de fertilidade, disponibilidade hídrica, etc.) e para suportarem as mais diversas intensidades de pastejo (as chamadas “janelas de oportunidade”). Soares et al. (2003) demonstraram que intensidades de pastejo moderadas promovem esses ambientes pastoris mais diversos, pois permitem a convivência de diferentes tipos de estratégias e estruturas vegetacionais, ambientes estes que são justamente os mais produtivos em termos de produção vegetal e animal.

Recentemente, ganha espaço a proposição de uma abordagem mais funcional para a interpretação das estratégias das plantas, suas estruturas e consequente impacto na dinâmica dos ecossistemas (Diaz & Cabido, 2001; Garnier et al., 2004; Westoby & Wright, 2006). Nessa proposição, a descrição da vegetação, baseada em sua composição florística e na identificação individual das espécies, perde importância frente ao

agrupamento das mesmas em conjuntos que exercem funções similares no ecossistema (Duru et al., 2004). A hipótese de base é que as condições vigentes num ecossistema selecionarão os valores de um pool de marcadores (tipos funcionais) mais correlacionados às funções vitais das espécies (mas vide Wright et al., 2004). Os marcadores são definidos como características mensuráveis de natureza morfológica, fisiológica ou de propagação. Eles são classificados em marcadores de resposta, quando sinalizam respostas das comunidades às mudanças do meio, ou marcadores de efeito, quando indicam o efeito das comunidades sobre o funcionamento do ecossistema (Lavorel & Garnier, 2002).

Uma lista de marcadores de resposta e de efeito tem sido proposta (Pontes, 2006) para analisar as comunidades vegetais em diferentes escalas (ecossistema, paisagem, bioma, continente). Eles variam em seu poder de predição, bem como na facilidade de sua quantificação. Não por acaso, boa parte daqueles marcadores que são realmente efetivos estão relacionados com descritores da estrutura da vegetação. Uma vez que se identifiquem quais marcadores determinem as estratégias funcionais, eles se tornam indicadores potenciais importantes para o diagnóstico e manejo das pastagens (Cruz et al., 2002). Por exemplo, marcadores de resposta relacionados à alta fertilidade do meio são a área foliar específica elevada (AFE), a concentração de nutrientes também elevada (particularmente de N), o teor de matéria seca (TMS) baixo, a baixa duração de vida das folhas (DVF) e elevadas taxas de fotossíntese e de respiração (Wright et al., 2005). São espécies que tendem a apresentar elevadas taxas de crescimento e renovação rápida de seus órgãos. Como consequência, as folhas têm uma duração de vida curta e elevada exigência de nutrientes. Inversamente, os marcadores relacionados a meios de baixa fertilidade são a menor AFE e o menor teor de nitrogênio, elevado TMS, alta proporção de fibra e elevada DVF (Westoby et al., 2002).

As estratégias adaptativas das espécies a baixas ofertas de forragem guardam similitudes àquelas desenvolvidas para habitarem meios de elevada fertilidade (Cruz et al., 2002). De fato, as estratégias das plantas que são relacionadas a meios de elevada fertilidade podem ser considerados como mecanismos de tolerância ao pastejo, pois envolvem respostas com elevadas taxas de crescimento (Diaz et al., 2001). Inversamente, as características que favorecem a adaptação das plantas a meios de baixa fertilidade e pouco produtivos estão associadas a uma baixa qualidade de forragem e, conseqüentemente, a uma baixa palatabilidade. A AFE é negativamente correlacionada com a DVF (Westoby et al., 2002), que por sua vez é negativamente correlacionada com o valor nutritivo. Segundo Pontes (2006), a digestibilidade da MS se correlaciona negativamente com o TMS, e positivamente com a AFE, dando suporte à proposição de Garnier et al. (2001), segundo a qual a AFE e o TMS das folhas constituem-se em marcadores centrais para diagnosticar a vegetação. A aplicação desses marcadores, em ambientes pastoris, permitiria a caracterização e o diagnóstico da vegetação em termos de sua produtividade e valor nutritivo potenciais (Cruz et al., 2002).

As estratégias de resistência ao pastejo e aquelas relacionadas à aquisição de nutrientes e às relações de competição entre plantas foram integradas no modelo de Cruz et al. (2002) com o intuito de propor ferramentas de monitoramento e gestão do pasto (Figura 2).

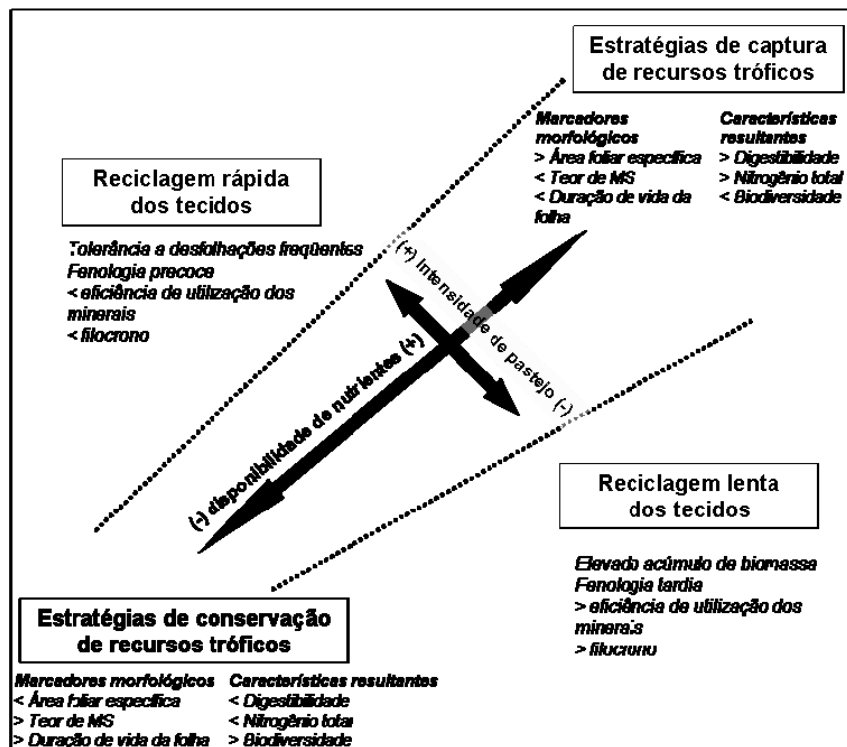


Figura 2. Relações entre as estratégias de crescimento e as características agrônômicas da vegetação em função de gradientes de fertilidade e de intensidade de pastejo (adaptado de Cruz et al., 2002).

No modelo, quatro são os tipos de grupos funcionais propostos pelos autores, segundo características predominantes de funcionamento da comunidade:

- i) Tipo funcional A- vegetação adaptada a baixas ofertas de forragem. Apresentam vantagem competitiva em ambientes férteis e com desfolhações frequentes e intensas. Caracteriza-se pelo predomínio de plantas com fenologia precoce, AFE elevada, baixo TMS, DVF curta e tecidos pobres em lignina e compostos secundários. A produção de biomassa pode ser alta, mas o teto de acúmulo é atingido rapidamente. A eficiência de utilização dos nutrientes é baixa;
- ii) Tipo funcional B: Vegetação adaptada a pastejo moderado a alto e elevado acúmulo de biomassa. Demonstram vantagem competitiva em ambientes férteis e com desfolhação pouco intensiva. Predominam plantas com AFE elevada e baixo TMS tal qual o tipo A, porém, com DVF mais elevada. O teto de acúmulo de biomassa é atingido tardiamente e a eficiência de utilização dos nutrientes é média. A digestibilidade e a concentração de minerais são elevadas.
- iii) Tipo funcional C: Vegetação adaptada a baixas ofertas de forragem, mas com categorias animais de baixa exigência. Competem bem em ambientes pouco férteis e submetidos a desfolhações frequentes, mas não intensas. Caracteriza-se por plantas com baixa AFE e elevado TMS. A DVF é longa e seus tecidos são ricos em lignina e aleloquímicos. Predominam plantas de baixa qualidade cuja produção não é elevada. A eficiência de utilização de nutrientes é alta e a fenologia predominante é tardia.
- iv) Tipo funcional D: Vegetação adaptada a pastejo leve e de alta seletividade. Estão presentes em ambientes pouco férteis e com intensidade de pastejo baixa. As plantas têm baixa AFE e elevado TMS. A DVF é bastante longa. A produção de

biomassa é baixa e o teto de acúmulo é atingido tardiamente. A eficiência de utilização dos nutrientes é bem elevada e a qualidade da forragem é baixa.

A proposta de diagnóstico da condição do pasto, por meio de seus grupos funcionais e estruturas predominantes, foi testada em comunidades vegetais complexas de um campo nativo do Rio Grande do Sul. A vegetação tinha sido submetida, ao longo de 17 anos, a diferentes ofertas de forragem controladas, cuja interação com diferentes condições de fertilidade natural do solo originou quatro grandes grupos de tipos funcionais distinguidos pelo TMS e pela AFE das espécies constituintes (Tabela 1).

Tabela 1. Grupos de tipos funcionais baseados em teor de matéria seca (TMS) (mg/g) e área foliar específica (AFE) (m²/kg) de gramíneas representativas de uma pastagem nativa submetida a diferentes intensidades de pastejo ao longo de 17 anos (Quadros et al., 2006).

Grupos	TMS (mg/g)	AFE (m ² /kg)	Espécies
A	230	24	<i>Axonopus affinis</i> , <i>Panicum sabulorum</i> , <i>Paspalum paucifolium</i>
B	310	16	<i>Andropogon lateralis</i> P*, <i>Coelorachis selloana</i> , <i>Paspalum paucifolium</i> , <i>Paspalum notatum</i>
C	380	8	<i>Andropogon lateralis</i> T*, <i>Piptochaetium montevidense</i> , <i>Sporobolus indicus</i>
D	500	6	<i>Aristida</i> spp (<i>A. laevis</i> , <i>A. phyllifolia</i> , <i>A. venustula</i>)

* P= pastejado; T=touceira

Observa-se, na referida tabela, a relação inversa entre o TMS e a AFE. Aquelas espécies com alta AFE e baixo TMS poderiam ser identificadas com uma estratégia de captura de recursos (grupos A e B), com habilidade para competir por nutrientes e com elevadas taxas de acúmulo de biomassa e reduzida DVF. De fato, os filocronos de *P. notatum* e *C. selloana* (tipo funcional B) são inferiores (Eggers et al., 2004) aos observados em *A. lateralis* (T) e *P. montevidensi* (tipo funcional C). São plantas que apresentam crescimento predominantemente decumbente.

No outro extremo da amplitude de variação (grupos C e D), observa-se espécies com baixa AFE e alto TMS, que utilizam uma estratégia de conservação dos recursos capturados, e que costumam apresentar menores taxas de acúmulo e maior DVF (Ansquer et al., 2004). São espécies que apresentam, em sua maioria, crescimento em forma de touceira, o que por si só poderia ser interpretado como estratégia de conservação de recursos, na medida em que capturam nutrientes em diâmetro maior (em relação ao centro da touceira) do que liberam os mesmos nutrientes (senescência), provocando um acúmulo de carbono e nitrogênio justamente na projeção da touceira, a que se denomina “monopolização de recursos” (Briske & Derner, 1998). Como pode ser observado na tabela, *A. lateralis* é uma forrageira nativa particular pela sua plasticidade e capacidade em se adaptar a diferentes ambientes, e é reconhecidamente peculiar em se adaptar a uma ampla gama de intensidades de pastejo.

A relação entre os tipos definidos, estruturas e os tratamentos de oferta de forragem pode ser observada através do diagrama de ordenação da Figura 3.

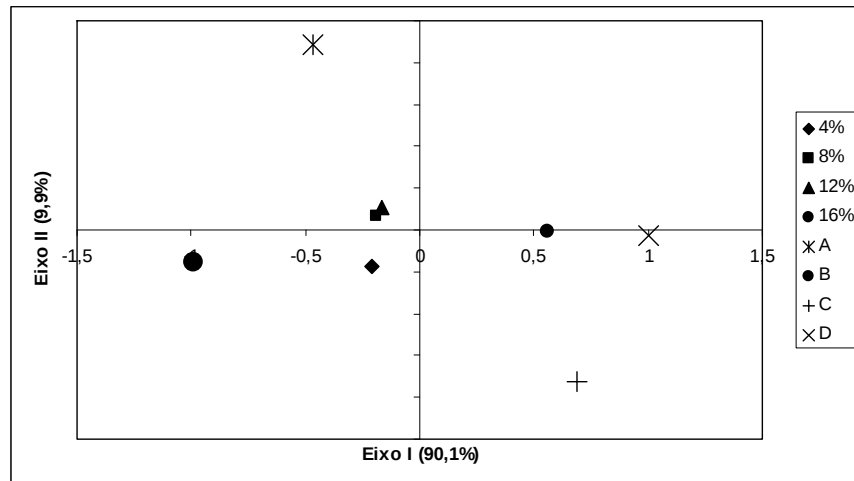


Figura 3. Diagrama de ordenação (análise de coordenadas principais, utilizando a distância euclidiana sobre dados transformados) de grupos funcionais de plantas em poteiros sob diferentes níveis de oferta de MS. Legenda segue: 4 % = tratamento com 4 kg de MS ofertada/100 kg de PV/dia; 8, 12, 16 são níveis crescentes de oferta de MS. Os grupos funcionais A, B, C e D são descritos na Tabela 1, e apresentam uma correlação acima de 0,7 com os eixos de ordenação, cujos percentuais associados à variação total são apresentados entre parêntesis (Quadros et al., 2006).

Neste, é possível observar a associação entre os tipos ligados à estratégia de conservação e a baixa intensidade de pastejo (alta oferta de forragem). Por outro lado, os tipos associados à estratégia de captura estão ligados às maiores intensidades de pastejo (menores níveis de oferta de forragem). Ou seja, a intensidade de pastejo interage com a estrutura do campo, pois o tipo funcional predominante guarda íntima relação com as condições de manejo da pastagem.

De fato, tem se observado que em situações de baixa fertilidade e baixa intensidade de pastejo predominam espécies de baixo crescimento relativo, com típica estratégia de conservação de recursos e formação de touceiras, como a barba-de-bode e espécies do gênero *Andropogon sp.*. De forma geral, estes tipos de plantas se caracterizam por um elevado tempo de residência dos nutrientes nas folhas e altos teores de fibra, muitas vezes acompanhado de altos teores de compostos secundários, além de uma elevada área foliar específica (Duru & Hubert, 2001). Um elevado índice de duração de vida da folha também seria característica deste tipo de estratégia, como de fato foi reportado por Cruz (1998) para *A. lateralis*.

Já em situações de forte intensidade de pastejo, espécies com estratégias de escape ao pastejo predominam, como é o caso de gramíneas possuidoras de rizomas supra-terrestres, como o *P. notatum*. Girardi-deiro & Gonçalves (1987) descreveram um aumento de 26,9 para 62,9 % na frequência de *P. notatum* com o aumento na intensidade de pastejo. A diversidade específica diminui, pois as espécies chegam ao limite de sua plasticidade. Um bom exemplo deste fenômeno é o capim-caninha (*A. lateralis*). Em baixas intensidades de pastejo o capim-caninha chega a formar grandes touceiras e, à medida que a intensidade de pastejo aumenta, as plantas começam a se

apresentar com touceiras cada vez menores, observando-se mesmo plantas que assumem hábito prostrado. Em altas intensidades de pastejo esta espécie deixa de fazer parte do grupo das mais freqüentes (Maraschin et al., 1998) e diminui fortemente sua participação porque não tem mais habilidade de alocar a sua zona de crescimento fora do alcance do animal.

O *P. notatum* é um exemplo singular de plasticidade fenotípica. Trata-se de uma espécie de alta freqüência em intensidades de pastejo baixas, mas principalmente nas intensidades de pastejo altas (Maraschin et al., 1998). Com relação à fertilidade do solo, tanto em situações de baixa fertilidade quanto de alta é uma das principais espécies participantes na composição botânica das pastagens naturais do sul do Brasil (Carvalho & Nabinger, dados não publicados). Quando em baixa fertilidade, as plantas de *P. notatum* apresentam uma elevada massa de rizoma como forma de, ao mesmo tempo, estocar nutrientes e de explorar outros micro-sítios na pastagem na busca de novos nutrientes. Além disto, o número de folhas vivas por perfilho aumenta (Boggiano, 2000) indicando sua flexibilidade para se adaptar a uma estratégia de conservação de recursos. Quando em alta fertilidade, a massa dos rizomas diminui e a proporção de lâmina foliar na matéria seca aérea aumenta, indicando uma situação de competição pela luz e uma mudança na estratégia de crescimento em direção a uma maximização da captura dos recursos.

No que diz respeito às modificações impostas pela oferta de forragem na estrutura do pasto e suas implicações na produção tanto primária como secundária, Maraschin (2001) contribuiu ao discutir resultados de pesquisa de longa duração em pastagem natural manejada sob níveis de oferta³ de forragem de 4%, 8%, 12% e 16% do peso vivo dos animais⁴. Conforme o autor, os níveis de utilização de forragem (intensidades de pastejo) moldam perfis diferenciados no campo. Com baixa oferta de forragem (4%), o perfil da pastagem é uniforme e a forragem disponível é sempre nova, com predominância de espécies prostradas de verão. Neste tipo de manejo ocorre a eliminação quase total das espécies de inverno e uma pequena contribuição de leguminosas nativas. Há diminuição da participação de capim caninha (*A. lateralis*), gravatá (*Eryngium sp.*) e barbas-de-bode (*Aristida sp.*), e ocorrência de maior proporção de solo descoberto. A pastagem apresenta um rebrote ativo e intenso, mas a alta intensidade de pastejo não permite a manutenção de uma estrutura (massa, altura) que beneficie o bocado realizado pelo animal (Pinto et al., 2007).

Ainda segundo Maraschin (2001), na utilização de uma oferta de forragem intermediária (8%), uma grande renovação do perfil do pasto é freqüentemente observado, porém, o manejo neste nível de OF é bastante vulnerável a mudanças nas condições climáticas. Já nas ofertas de forragem de 12 e 16% o campo apresenta um porte mais elevado, sendo caracterizado pela presença de touceiras de diferentes diâmetros (Setelich, 1994). Neste caso, a própria biomassa aérea e também seu sistema radicular correspondente podem representar menor vulnerabilidade a condições climáticas adversas.

³ Este experimento será reportado diversas vezes neste manuscrito. Iniciou-se na primavera de 1996 (Escondeguy, 1990) com quatro níveis de oferta de forragem aplicados a uma pastagem nativa típica da Depressão Central do Rio Grande do Sul e continua em andamento até o momento. Na primavera de 2000 três novos tratamentos foram agregados ao protocolo inicial, representando variações na oferta entre a primavera e o resto do ano (Soares, 2002).

⁴ No protocolo original, a unidade de oferta de forragem foi estabelecida em termos de kg de matéria seca ofertados para cada 100 kg de peso vivo animal por dia. Houve modificação na definição do parâmetro “matéria seca” que compõe o cálculo da matéria seca disponível em trabalhos posteriores.

Portanto, a intensidade de pastejo e a fertilidade do habitat governam a resposta da vegetação nativa, e a estrutura de um campo é resultado de uma interação contínua entre a desfolha do animal e o crescimento da planta (Carvalho et al., 2001). Se a composição florística e estrutural do campo se alteram, assim como as características dos grupos funcionais presentes, isto significa que a possibilidade de que a presença de determinados grupos, e respectivas estruturas, possa ser utilizada como ferramenta de diagnóstico e como orientação para manejo.

Estrutura vertical e horizontal do pasto e seu impacto no processo de pastejo

Sob o ponto de vista morfogênico, a estrutura do dossel é o resultado da dinâmica de crescimento das plantas e de suas partes no espaço (Carvalho et al., 2001), atividade essa diretamente relacionada às suas características genéticas (Nabinger & Pontes, 2001). Essas, por sua vez, são reguladas pela disponibilidade de fatores de crescimento no ambiente pastoril e pelo manejo, e são condicionadoras das características estruturais do pasto. Dentre essas se destacam o comprimento final das folhas, a densidade populacional de perfilhos e o número de folhas vivas por perfilho (Lemaire & Chapman, 1996) que, em última análise, determinam o índice de área foliar do pasto. Essas variáveis são responsáveis pelas características estruturais da vegetação definidas, segundo Lemaire & Chapman (1996), pelo comprimento final da folha, pela densidade de perfilhos e pelo número de folhas vivas por perfilho. Em última análise, são essas últimas variáveis que caracterizam a apresentação espacial da MS ao animal em pastejo e a estrutura na qual o animal deverá interagir.

Assim sendo, a estrutura do pasto não é definida única e exclusivamente pela dinâmica de crescimento de suas partes no tempo e no espaço, mas é também dependente das características morfogênicas das plantas e sua relação com as variáveis de ambiente. É definida, também, por um forte fator biótico, o herbívoro, que remove partes das plantas, principalmente folhas (Wade & Carvalho, 2000), e acaba por afetar a densidade populacional de perfilhos e, por consequência, o índice de área foliar (IAF) alterando a composição morfológica do dossel forrageiro (Nabinger & Pontes, 2001).

Em pastagens homogêneas, onde o animal em pastejo tem limitada necessidade de seleção vertical ou horizontal, a colheita de forragem resulta diretamente da altura do pasto, da qualidade preênsil das partes das plantas e do comportamento ingestivo do animal (Laca & Lemaire, 2001). Nessas condições, altas correlações entre a altura do pasto e variáveis de comportamento ingestivo têm sido reportadas. Por exemplo, Boval et al. (2007), trabalhando com novilhas, verificaram correlações da ordem de 0,91; 0,79 e -0,68 ($P < 0,0001$) da altura do pasto com a profundidade do bocado, a massa do bocado e a taxa de bocados, respectivamente.

A profundidade do bocado, principal componente da massa do bocado e diretamente correlacionada com a altura do pasto, tem sido relatada como uma proporção (entre 35 e 50%) do comprimento de perfilho estendido, tanto em experimentos com estruturas de pasto artificialmente construídas (Carvalho et al., 2001) como em áreas de pastagens estabelecidas (Cangiano et al., 2002). Várias hipóteses têm tentado explicar por que os grandes herbívoros podem apresentar diferenças nessa proporcionalidade. Conforme Cosgrove (1997), a dificuldade do rompimento do pasto em um bocado está nas alterações da densidade volumétrica e na força de tensão dos componentes morfológicos

da planta em ambientes pastejados.

No estudo de Boval et al. (2007), a profundidade do bocado aumentou em 0,36 cm para cada cm a mais no comprimento de perfilho estendido, representando uma proporção média de 37% deste. Em tese, a relação entre o comprimento médio de perfilho e a altura média do dossel envolve a plasticidade fenotípica das espécies componentes do ambiente de pastejo e sua interação com o manejo do pastejo empregado, como por exemplo, o controle da oferta de forragem via ajuste da carga animal.

Mesmo para condições de pastagens naturais heterogêneas, como as do Rio Grande do Sul, evidenciou-se que a estrutura do pasto afeta as dimensões do bocado de forma análoga à reportada para pastos cultivados (Gonçalves, 2007). Utilizando-se de um protocolo de foco reducionista, a autora realizou um estudo comparativo entre ovelhas e novilhas em pastos com estrutura correspondente ao estrato inferior de uma pastagem nativa. Os pastos foram mantidos em alturas de manejo de 4, 8, 12 e 16 cm, mimetizando as alturas do estrato inferior de pastagens conduzidas em níveis crescentes de oferta de forragem. Segundo Gonçalves (2007), a profundidade de bocado de ovelhas e novilhas foi semelhante, apresentando relação linear e positiva com a altura e negativa com a densidade do pasto, mantendo-se uma proporção constante de remoção de forragem da ordem de 58%, como pode ser visualizado na equação da Figura 4.

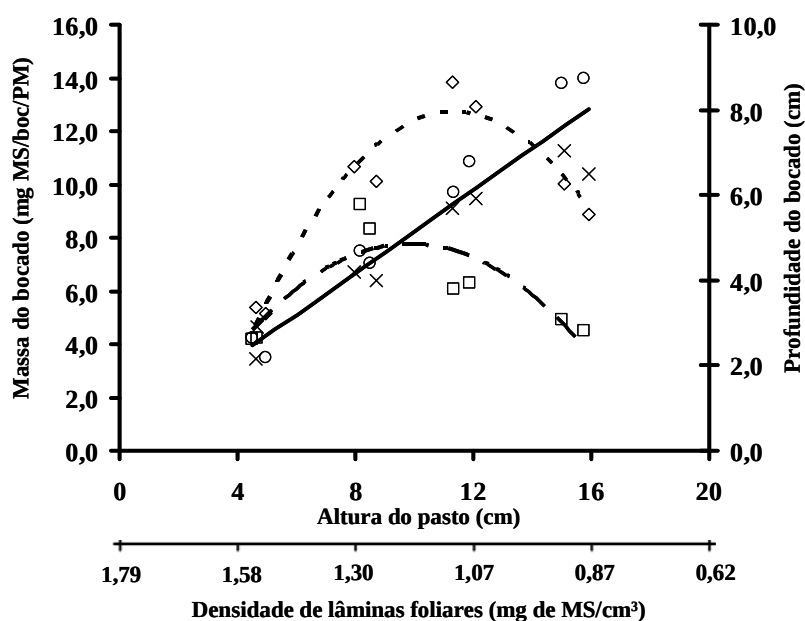


Figura 4: Relações entre altura do pasto, profundidade e massa do bocado. Profundidade do bocado de ovinos (x) e bovinos (o) (regressão 1: $y = 0,5842x + 0,0805$ e $R^2 = 0,92$); Massa do bocado de bovinos (♦) (regressão 2: $y = -0,176x^2 + 3,9952x - 9,9698$ e $R^2 = 0,92$); Massa do bocado de ovinos (□) (regressão 3: $y = -0,1111x^2 + 2,195x - 3,1013$ e $R^2 = 0,70$). (Adaptado de Gonçalves, 2007)

Os resultados demonstraram que bovinos e ovinos capturam quase o dobro de forragem com o simples incremento na altura do pasto de 4 para 8 cm, e ilustram o quanto a associação entre o baixo desempenho animal em pastagens naturais e a baixa qualidade das mesmas vem sendo superestimada. Também desmistifica o conceito de que pastos para ovelhas devam ser baixos, pois a estrutura ótima de captura de forragem para

bovinos e ovinos é muito semelhante. A estrutura do pasto tem, portanto, importante impacto na ingestão de forragem para animais em pastejo, limitando o consumo por fatores externos ao ambiente ruminal.

Observou-se, ainda, que em pastos com altura acima de 9,9 e 11,4 cm a profundidade do bocado não foi capaz de compensar a baixa densidade de forragem e a dispersão de lâminas nos estratos mais superiores do dossel, ocasionando queda na massa do bocado de ovinos e bovinos, respectivamente. Esses resultados demonstram o quanto a diminuição da densidade volumétrica, com aumento da altura do pasto, afeta a captura da forragem, contribuindo para limitar, muito possivelmente, o consumo diário e o desempenho animal.

Apesar de ser um forte indicador de baixo consumo, massas de bocado baixas não significam, necessariamente, penalizações ao consumo de forma correspondente. Neste sentido, o tempo de pastejo é reportado como a primeira resposta compensatória do animal frente a restrições na massa do bocado, e é considerado um *link* entre a taxa de ingestão no curto prazo e o consumo diário de forragem (Carvalho et al., 2001). Por exemplo, Pinto et al. (2007), observando novilhos em pastagem natural, verificaram aumento do tempo de pastejo com a diminuição da oferta de forragem. Mas até que magnitude de diminuição da OF os animais conseguiriam compensar, com aumento do tempo de pastejo, a ingestão diária de matéria seca obtida em ofertas maiores? Analisando as respostas em desempenho animal apresentadas por Pinto et al. (2007), o aumento no tempo de pastejo não seria suficiente para suprir a limitação em massa do bocado, provavelmente restringida pela massa de forragem e/ou altura do pasto. Erlinger et al. (1990), comparando massa do bocado, taxa de bocados e tempo de pastejo de novilhas de diferentes classes de peso maduro, confirmaram que o consumo de MS em condições de baixa massa de forragem é apenas parcialmente compensado por um aumento no tempo de pastejo.

As conseqüências de um animal pastejar por mais ou menos tempo, abrangendo um maior ou menor número de sítios, é que uma estrutura horizontal se cria com o passar do tempo, onde alguns locais da pastagem apresentam uma freqüência de pastejo maior que outros (Stuth, 1991). Nos locais de preferência a vegetação, em geral, é verde, baixa, composta essencialmente por lâminas enquanto que os de menor preferência se apresentam com vegetação mais alta e elevada presença de material senescente. Por conseguinte, a desfolha seletiva do animal gera, com o passar do tempo, diferentes estruturas e estas, por sua vez, afetam a seletividade do animal. Esta estrutura também é reflexo de diferentes condições de oferta de recursos tróficos no plano horizontal onde, por exemplo, as condições de fertilidade e disponibilidade hídrica não são homogêneas.

Particularmente em pastejo contínuo os animais são atraídos por áreas com elevada concentração de nutrientes, e as memorizam para utilizá-las mais freqüentemente (Launchbaugh & Howery, 2005). Com isto, áreas de menor atratividade são menos exploradas, e uma condição de mosaico heterogêneo se estabelece na pastagem, normalmente interpretada como perda de forragem (erroneamente interpretada, vide Carvalho et al., 2004). Quando a lotação é excessiva em relação à forragem disponível nos sítios de pastejo preferenciais, um superpastejo das espécies preferidas acaba ocorrendo em pastagens com flora complexa, e algumas espécies de alto valor forrageiro podem correr risco de desaparecimento. Nisto resulta a interpretação de que o pastejo contínuo seja a causa de baixos rendimentos zootécnicos, e a oportunidade se

cria aos que dão suporte ao paradigma inconsistente do melhor método de pastejo (Holechek et al., 1999). Carvalho (2005) apresentou uma interpretação inversa à acima descrita, onde o excesso de pastejo em certas áreas da pastagem seria uma consequência da falta de oportunidade de seleção, e não do excesso dela. Enquanto em um primeiro momento do aparecimento da heterogeneidade as áreas de maior visitação e aquelas de menor uso possam ser decorrência de uma elevada oferta de forragem, o uso frequente das áreas preferidas e o aumento da rejeição das áreas não pastejadas cria, a médio e longo prazos, um cenário de elevada oferta de forragem na área total, mas oferta de forragem limitante nos sítios efetivamente utilizados. As áreas de rejeição se tornam de qualidade tão inferior que os animais simplesmente não conseguem voltar a utilizá-las. Mesmo em pastejo contínuo há restrições à movimentação dos animais, pois existem sempre cercas delimitando as áreas disponibilizadas a eles. Por não terem chance de explorarem outras áreas, como faria qualquer herbívoro em seu meio natural, os animais não encontram outra solução que não seja o pastejo permanente nas áreas possíveis de serem exploradas. Neste sentido, a afirmação de Bailey (2005) é desconcertante. Segundo o autor, muitos dos problemas observados no uso da pastagem derivam de uma inadequada distribuição dos animais, e não do uso de lotações animais incorretas.

Essa estrutura horizontal das pastagens, ao contrário da vertical, é muito menos abordada e conhecida. Não obstante, ela afeta de forma importante os padrões de seletividade dos animais, como demonstraram Carvalho (1997b) e Dittrich et al. (2007), bem como afeta os processos que regem o funcionamento dos ecossistemas pastoris (Marriot & Carrère, 1998). Enquanto a estrutura vertical é importante em escalas menores da interação planta-animal, a estrutura horizontal é importante em todas as escalas (Tabela 2).

Tabela 2. Dimensão espacial das interações planta-animal e impacto da estrutura vertical (V) e horizontal (H) da pastagem (Marriot & Carrère, 1998).

Nível	Dimensão	Escala	Processo
Distribuição das plantas individuais	H	cm-m	Competição intra e interespecífica
Tamanho e arquitetura da parte aérea	V, H	cm-m	Competição por luz
Tamanho e arquitetura do sistema radical	V, H	cm-m	Competição por água/nutrientes
Tamanho e distribuição dos bocados	V, H	cm-m	Desfolhação diferencial por estrato/ <i>patches</i>
Padrão de pastejo	H	m-km	Desfolhação diferencial por sítio de pastejo
Ecosistema Pastoril	H	0,1 a 10 km	Desfolhação diferencial por poteiros e efeitos de pisoteio e excreta

Segundo Boldrini (1997), a heterogeneidade espacial da vegetação, com formação da estrutura em mosaico, é resultante da manutenção de ofertas de forragem em níveis moderados a altos (12 ou 16%), o que constitui o maior desafio imposto para a pesquisa em pastagem natural (Soares, 2002). Conforme o autor, admitindo que o estrato superior

da pastagem não seja pastejado (entenda-se como estrato composto predominantemente por estruturas/espécies indesejáveis), seria possível descontar a área ocupada pela formação de touceiras da área total do potreiro, restando apenas a área efetivamente pastoril ou pastejada, a qual seria usada no cálculo da capacidade de suporte da pastagem. O autor salienta, no entanto, que dependendo da massa de forragem existente no estrato inferior, os animais consomem parte das touceiras (*A. lateralis*, *E. horridum* e *Aristida* sp, nesta ordem) e que não se sabe o quanto esta formação contribui para a dieta do animal.

Apesar dos argumentos de Soares (2002) serem pertinentes, é importante ter em conta que as alterações estruturais não se resumem apenas na divisão bimodal da vegetação. Mesmo que se considere, exclusivamente, o estrato inferior como área efetivamente pastejada, ali ocorrem alterações na estrutura do pasto e, conseqüentemente, na quantidade de forragem ingerida pelo animal e nas relações forragem-lotação. Tal dinâmica poderia se constituir em foco principal de estudo, tal qual em Gonçalves (2007), visando a real compreensão da resposta animal, não sendo excludente à existência e distribuição das touceiras em cada ambiente de pastejo. Neste sentido, variáveis de caracterização da vegetação, e suas correlações entre si e com variáveis de desenvolvimento animal, seriam utilizadas para buscar um melhor entendimento do processo de pastejo nos cenários moldados, e relativamente estabilizados, a partir da manipulação da oferta de forragem. Dentre essas, a massa de forragem e a altura do pasto merecem atenção especial pelo alto grau de relacionamento com variáveis relacionadas à ingestão de forragem (Carvalho et al., 2001).

Interações entre a abundância de forragem e a estrutura de sua apresentação aos animais: um novo prisma para o manejo de ambientes pastoris complexos

A despeito dos avanços no estudo das respostas em produção primária e secundária obtidas nos ambientes de pastejo, originados do controle e manipulação da oferta de forragem, muito ainda resta a ser compreendido. Para Soares (2002), uma das limitações do clássico conceito de pressão de pastejo ótima proposto por Mott (1960) é a utilização apenas da resposta animal como única referência de manejo, sem considerar diretamente os efeitos sobre condições do solo ou características da vegetação. Neste contexto, o efeito da estrutura do pasto sobre a resposta animal ainda é, de certa forma, uma “caixa preta” no estudo da pastagem natural.

Iniciemos este tópico por meio da Figura 5, que apresenta o desempenho de novilhas de sobreano em pastagem natural submetida aos níveis de oferta que vêm sendo reportados (Santos, 2007). Nela observa-se a clássica resposta quadrática do desempenho animal em resposta a níveis de OF, havendo aumento do ganho médio diário (GMD) até OF de 14,3%, e decrescendo a partir deste nível. Independentemente da magnitude dos resultados em função do ano de avaliação, os trabalhos de pesquisa envolvendo níveis de OF em pastagem natural têm sido bastante consistentes em apontar os melhores GMD em ofertas entre 12,5 e 14,5% (Maraschin et al., 1997; Maraschin, 2001; Soares et al., 2005; Santos et al., 2006).

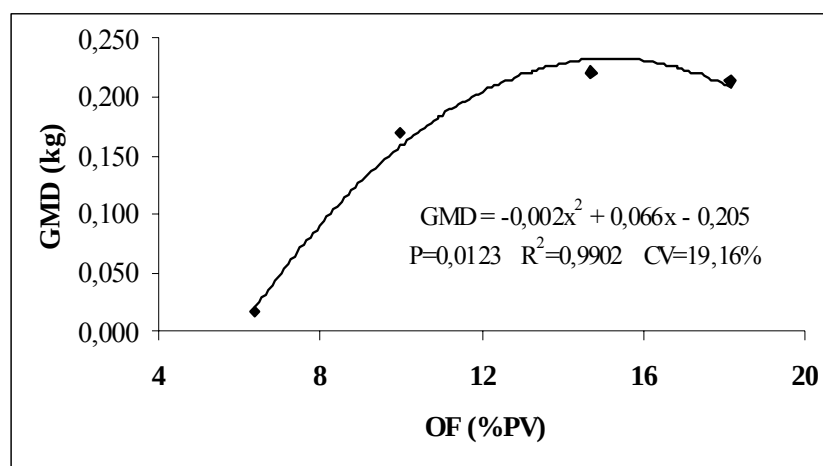


Figura 5- Ganho de peso médio diário (GMD, kg/animal) de novilhas de corte mantidas dos 12 aos 24 meses de idade em pastagem natural sob níveis de ofertas de forragem

A explicação das variações em resposta animal convergiu, durante bom tempo, para a baixa quantidade de pasto disponível nas ofertas menores (4 e 8%) e à baixa qualidade do mesmo na maior oferta (16%). Mais recentemente, Soares (2002) demonstrou que a qualidade da forragem aparentemente consumida pelos animais praticamente não era afetada pelo nível de OF imposto. Isto significaria que a limitação para o desempenho animal nessas pastagens naturais não seria de sua concentração em nutrientes *per se*, mas sim da quantidade total de nutrientes que os animais conseguiriam ingerir (ou da forma com que esses nutrientes estariam apresentados no espaço). Neste contexto, adquirem relevância aspectos relacionados com a quantidade de pasto em oferta e, particularmente, a forma como esta quantidade (massa) de forragem é apresentada aos animais em pastejo (estrutura), pois é ela que determina a velocidade de aquisição de nutrientes (Carvalho et al., 2001).

A pesquisa tem realizado passos importantes para o avanço neste sentido. Reportemo-nos à: (i) descrição do estrato superior com a observação da frequência e do diâmetro das touceiras pelo método do ponto (Setelich, 1994); (ii) classificação das espécies de interesse pela intensidade de desfolhação (Soares, 2002); (iii) avaliação da qualidade do material forrageiro em oferta (indicadores de estrutura) e do material aparentemente colhido pelos animais (Silveira et al., 2005); (iv) estratificação do perfil do pasto com mensuração da densidade de perfilhos e composição morfológica por estrato (Gonçalves, 2007); (v) medidas de comportamento ingestivo como tempo de pastejo diurno (Pinto et al., 2007) e taxa de ingestão de forragem (Gonçalves & Carvalho, 2006); (vi) caracterização do ambiente de pastejo com a estratificação de pontos amostrais de massa de forragem e altura do pasto e o estudo das relações quantidade de forragem-estrutura do pasto-lotação animal (Santos, 2007; Neves & Carvalho, não publicado).

Todos esses trabalhos recentes têm características similares, onde a produção animal deixa de ser o único foco central do manejo das pastagens naturais, e um novo prisma de manejo se apresenta com reorientações reducionistas e analíticas, direcionadas a atributos de manejo com maior poder explicativo das relações de causa-efeito que determinam o funcionamento dos ecossistemas pastoris.

Avanços recentes: estrutura vertical e a estratificação dos sítios alimentares no horizonte pastejado

Primeiramente, cabe esclarecer que este tópico abordará o tema proposto com base em resultados recentes do experimento de longa duração com ofertas de forragem que foi referido anteriormente.

Na Figura 6 encontram-se os resultados de massa de forragem (MF) e altura do pasto (ALT) observados por Santos (2007). Apesar de ambas variáveis apresentarem resposta linear e positiva com o aumento da OF ($P < 0,1$), bem como de apresentarem alta correlação entre si ($r = 0,954$; $P = 0,0002$), o coeficiente angular do modelo referente à variação de altura do pasto é, proporcionalmente, menor que aquele de predição da massa de forragem. A consequência disto seria um aumento da densidade do pasto com o aumento da OF. Na medida em que a massa de forragem, neste caso, era constituída somente pelo estrato inferior do pasto, possíveis alterações na densidade do mesmo não devem ser atribuídas ao efeito de mudanças na composição florística (e.g., evolução para plantas formadoras de touceira). De acordo com Gonçalves (2007), alterações observadas na densidade do pasto em maiores alturas de manejo são, primeiramente, reflexo de um aumento do teor de MS do estrato inferior.

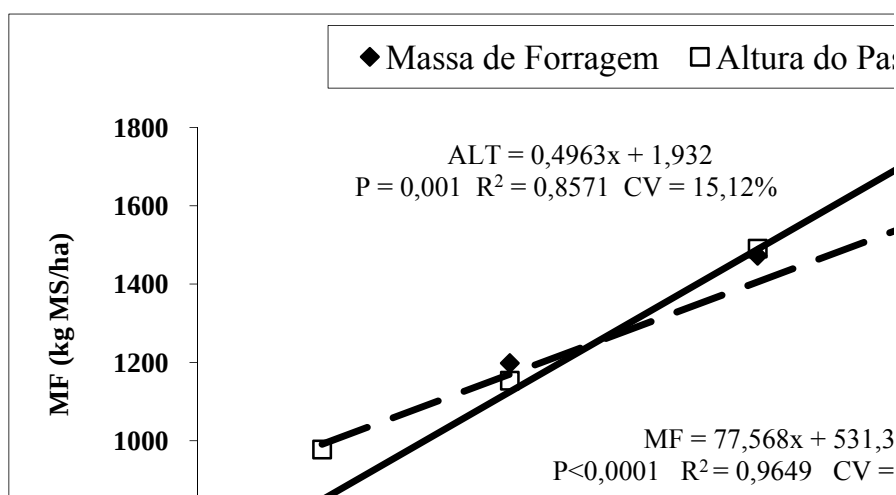


Figura 6- Massa de forragem (MF, kg/ha de MS) e altura do pasto (ALT, cm) de uma pastagem natural manejada sob níveis de oferta de forragem (OF, %PV) para novilhas de corte dos 12 aos 24 meses de idade.

Correlações consistentes entre altura do pasto e massa de forragem em pastagem natural já foram relatadas por Santos et al. (2004), podendo ser a altura, em muitos casos, mais explicativa do desempenho animal do que a própria massa ou oferta de forragem.

Santos (2007) avaliou a porcentagem de sítios alimentares⁵ (SA) com massa de forragem (SAMF) ou altura (SAALT) dentro de faixas pressupostas como não

⁵ Para o propósito deste texto, sítios alimentares se referem a pequenas zonas distribuídas no plano horizontal do pasto. Equivalem a estações alimentares (vide Carvalho, 1997), porém, não são definidas pelo animal.

limitantes à ingestão⁶ (SAMF e SAALT, %). Considerou-se pontos amostrais com MF entre 1400 e 2500 kg/ha de MS e ALT entre 7,0 e 13,0 cm. Os valores médios observados (Tabela 3) mostram que as diferenças em SAMF e SAALT são mais bem definidas que as diferenças em valores absolutos de MF e ALT entre os diferentes níveis e combinações de OF.

Tabela 3- Massa de forragem (MF, kg/ha MS), altura do pasto (ALT, cm) e porcentagem de sítios alimentares (SA) com MF e ALT não limitantes à ingestão (SAMF entre 1400-2500 kg/ha de MS e SAALT de 7-13 cm) do estrato inferior de uma pastagem natural manejada sob níveis fixos ou variáveis de oferta de forragem (OF, % PV). Dados médios das estações do ano de 2005.

OF	MF	SAMF ₁₄₀₀₋₂₅₀₀	ALT	SAALT ₇₋₁₃
4	803 b	9,5 c	3,8 b	3,1 c
8	1198 ab	33,3 b	5,5 ab	19,0 b
8-12*	1565 a	47,0 a	7,4 ab	35,9 a
12	1472 ab	36,9 b	8,9 a	23,2 b
12-8*	1425 ab	32,1 b	7,5 ab	21,8 b
16	1742 a	49,4 a	9,2 a	37,8 a
16-12*	1686 a	45,2 a	9,5 a	33,8 a

a, b, c: Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,1)

* o primeiro valor corresponde à OF aplicada na primavera e, o segundo, no restante do ano.

Isso reforça a idéia de que as porcentagens de sítios alimentares com massa ou altura em amplitude que otimize a ingestão possam constituir bons indicadores da condição estrutural do pasto e dos resultados de desempenho animal. Esta forma de exploração dos resultados pode fazer avançar o entendimento da resposta animal, sobretudo em ambientes pastoris heterogêneos. Conforme os estudos de Laca et al. (1993), quando os animais têm à sua disposição uma ampla gama de variações de massa e altura no pasto, eles otimizam a ingestão selecionando os sítios de maior forragem e permanecendo neles por mais tempo.

O efeito da estrutura da vegetação sobre a resposta animal ganhou evidência quando alterações estacionais no nível de OF (Soares, 2002) foram incorporadas ao protocolo experimental original do experimento de níveis fixos de OF de longa duração anteriormente mencionado. A partir daí, a OF de 12% durante todo ano (até então tida como a que produzia melhor resposta animal) passou a ser superada, ano após ano, pela combinação de níveis de OF, particularmente a combinação de manejo da lotação com OF de 8% durante a primavera e 12% no restante do ano (8-12%).

A estratificação da massa de forragem e da altura do pasto proposta por Santos (2007) (Tabela 2) trouxe uma importante contribuição para o entendimento do impacto da variação de ofertas na dinâmica da pastagem: a combinação de OF 8-12% possibilitou a manutenção média de 47% e 35,9% dos sítios alimentares na faixa não limitante de MF e ALT, respectivamente, superando (P<0,1) todos os níveis ou combinações de OF até 12%. Valores percentuais dessa ordem só foram observados nas OF altas (16% e 16-

⁶ Baseado nos resultados de Gonçalves (2007), para novilhas em crescimento a estrutura ótima para ingestão de forragem no estrato inferior de pastagens naturais se caracterizaria por uma massa de forragem de aproximadamente 2500 kg/ha de MS distribuída em um dossel com 11,5 cm de altura.

12%), onde outras características estruturais (estrutura horizontal) provavelmente estejam limitando o desempenho.

Apesar de contribuir para o avanço no entendimento dos processos de busca e aquisição do alimento pelos animais, as faixas de MF e ALT trabalhadas por Santos (2007) podem ser consideradas demasiadamente amplas. O próprio autor sugeriu a trabalhos posteriores uma maior estratificação dos sítios alimentares para que diferenças em uma escala menor de variação pudessem ser percebidas entre os níveis e combinações de OF. Neste sentido, apoiados em resultados obtidos por Gonçalves & Carvalho (2006), Gonçalves (2007) e Santos (2007), os quais estudaram a estratificação dos componentes morfológicos do dossel, a maximização da taxa de ingestão de MS e as amplitudes de variação e concentração de pontos amostrais de massa e altura, respectivamente, Neves & Carvalho (2007, não publicado) ampliaram a caracterização dos sítios alimentares para quatro faixas de massa de forragem e de altura do pasto (Tabela 4).

Tabela 4- Estratificação, em faixas de altura do pasto (ALT) e massa de forragem (MF), da frequência de ocorrência dos sítios alimentares do estrato inferior de uma pastagem natural manejada sob níveis fixos ou variáveis de oferta de forragem. Dados expressos em valores percentuais, médios das estações do ano de 2006.

OF (% PV)	ALT (cm)			
	ALT<8	8-10	10-12	ALT>12
8	80,7 a	10,9 c	3,9 c	4,5 c
8-12*	63,6 bc	17,1 ab	6,5 b	12,8 c
12	57,9 bc	13,6 abc	6,0 b	25,5 a
12-8*	73 ab	11,0 bc	6,0 b	10,0 c
16	47,4 cd	18,5 a	8,6 a	12,8 c
16-12*	49,8 c	18,1 a	8,8 a	23,3 a
OF (% PV)	MF (kg/ha de MS)			
	MF<1500	1500-2000	2000-2500	MF>2500
8	90,2 a	6,1 b	1,9 d	1,8 d
8-12*	63,0 bc	23,4 a	6,0 bcd	7,6 bcd
12	54,6 bc	20,3 ab	6,7 bcd	18,4 abc
12-8*	79,6 ab	9,8 ab	5,8 bcd	4,8 cd
16	41,1 c	27,7 a	9,0 ab	22,2 a
16-12*	34,3 c	32,1 a	13,4 a	20,2 ab

a, b, c: Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste Pdiff ao nível de 10%.

* o primeiro valor corresponde à OF aplicada na primavera e, o segundo, no restante do ano.

A primeira constatação importante é que os sítios alimentares predominantes encontram-se em faixas de MF ou ALT onde a ingestão de forragem estaria sendo, de alguma forma, limitada. O objetivo aqui é propor a discussão do quanto determinada estratégia de manejo da lotação conseguiria, em valores médios anuais, reverter uma situação inicialmente desfavorável de distribuição dos sítios alimentares. Em outras palavras, significaria observar se as alterações estacionais da OF aumentam a frequência de sítios alimentares em faixas 'ótimas' de MF e ALT (10-12 cm e 2000-2500 kg/ha de MS, respectivamente) ou, pelo menos, em faixas intermediárias destes parâmetros (8-10 cm e 1500-2000 kg/ha de MS).

Os resultados evidenciam que praticamente inexistem uma frequência expressiva de sítios alimentares ótimos, qualquer que seja o nível ou combinação de OF estudado. Isto explica porque o desempenho por animal, apesar de responder de forma quadrática a oferta de forragem, atinge magnitudes pífias em pastagens nativas de duplo estrato. Segundo Parsons et al. (1994), sítios alimentares preferidos, quando ocorrem em frequências menores que 20%, deixam de ser selecionados ativamente pelos animais, pois o dispêndio energético para selecionar tais sítios passa a não compensá-los.

No entanto, no sentido de construir, por meio do manejo das ofertas de forragem, um ambiente de pastejo ‘mais favorável’ ou ‘menos limitante’ ao pastejo, algumas alterações chamam a atenção, a saber: (i) quanto à manipulação da altura do pasto, a combinação estacional de OF 8-12% promove uma redução de 80 para 63% ($P<0,1$) na frequência de sítios alimentares com $ALT<8$ cm quando comparado ao manejo com OF fixa de 8%, e de 25 para 12% no percentual de sítios com $ALT>12$ cm em relação à OF de 12% durante todo ano ($P<0,1$); (ii) na massa de forragem a redução na proporção de SA com $MF<1500$ chega a quase 30 pontos percentuais (de 90 para 63%; $P<0,1$) quando comparada à OF 8%, e a porcentagem de sítios com $MF>2500$ cai de 18 para 7% quando a redução para 8% na OF apenas na primavera é confrontada com o manejo com 12% de OF durante todo ano.

Na Figura 7 apresenta-se a distribuição dos sítios alimentares nas diferentes faixas de ALT ao longo das estações do ano, no intuito de melhor visualização dos distintos ambientes de pastejo criados pela manipulação da oferta de forragem. Os gráficos apresentam o perfil característico do estrato pastejado em cada nível ou combinação de OF.

Com a manutenção de 8% de OF ao longo de todo ano, nota-se que a tendência da altura média dos SA é de se manter em um patamar abaixo da faixa de 8 cm, com poucos pontos atingindo uma altura considerada mais adequada. Quando se aumenta a oferta para 12% no período da primavera (12-8%), há um impacto na estrutura que perdura nas demais estações do ano e consegue-se obter mais sítios alimentares nas faixas intermediárias (não limitante e ótima) quando comparado à OF de 8% fixa ao longo do ano. Não obstante, a maior frequência de sítios alimentares ainda está em uma faixa de altura onde a ingestão de matéria seca provavelmente esteja limitada (4 a 7 cm). Santos (2007) observou perda de peso de novilhas em alturas abaixo de 5 cm no inverno, e mesmo em outras estações os valores de GMD não ultrapassam 200 g quando a altura foi inferior a 7 cm.

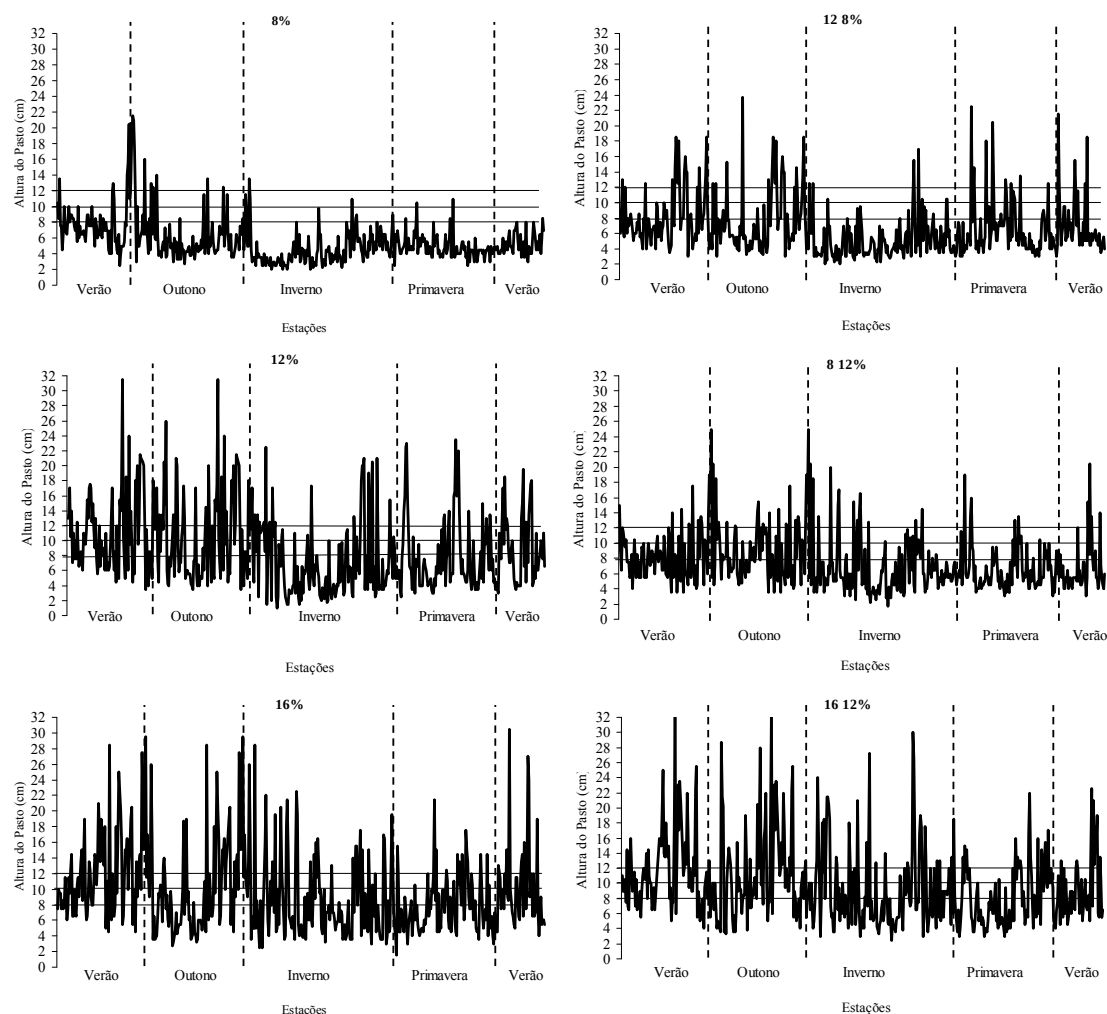


Figura 7- Distribuição anual, em faixas de altura do pasto (ALT, cm), dos sítios alimentares do estrato inferior de uma pastagem natural manejada sob níveis ou combinações de oferta de forragem para novilhas de corte.

Quando se maneja a pastagem numa OF intermediária (12%), observa-se boa frequência dos sítios correspondentes a faixas de 8-10 e 10-12 cm de altura, sobretudo nos períodos de verão e de outono. Esta parece ser uma das estratégias mais eficientes neste sentido. A variação desta mesma oferta para 8% na primavera (8-12%) conseguiu manter um grau de distribuição das faixas 8-10 e 10-12 cm semelhante ao manejo com 12% de OF fixo ao longo do ano, mas apresentando duas vantagens sobre este último, uma vez que: (i) otimiza-se a capacidade de suporte, pois a oferta de 8% utilizada na primavera permite melhor utilização do estoque animal sem prejudicar a manutenção de uma estrutura mais adequada ao pastejo; (ii) reduz-se a amplitude da heterogeneidade espacial no estrato inferior (variação de altura entre sítios alimentares) em relação a OF 12% fixa durante o ano. A aproximação dos sítios alimentares nas faixas desejáveis pode constituir um caminho a ser mais bem explorado na explicação do melhor rendimento animal nessas situações de manejo.

Analisando a oferta de 16% e sua variação (16-12%) observa-se que há uma concentração de SA na faixa considerada adequada, porém, existem muitos sítios com ALT superior à faixa ótima (pontos de 15 a 30 cm). Esta pode ser uma pista do porquê

da inflexão na curva do ganho animal a partir de 14 % de OF, quando a dispersão dos pontos (sítios alimentares) pode estar interferindo no comportamento ingestivo do animais através de uma estrutura de pasto com maior participação de colmos e menor participação de folhas, ou ainda por maior dispersão das lâminas foliares na fração superior do estrato efetivamente pastejado (menor densidade volumétrica).

Na estratificação da massa de forragem (Figura 8), de forma geral, o comportamento foi semelhante ao da altura do pasto. Porém, observando a combinação 8-12%, nota-se que as faixas desejáveis (8-10 e 10-12 cm) são mais bem preenchidas em altura do que em massa de forragem.

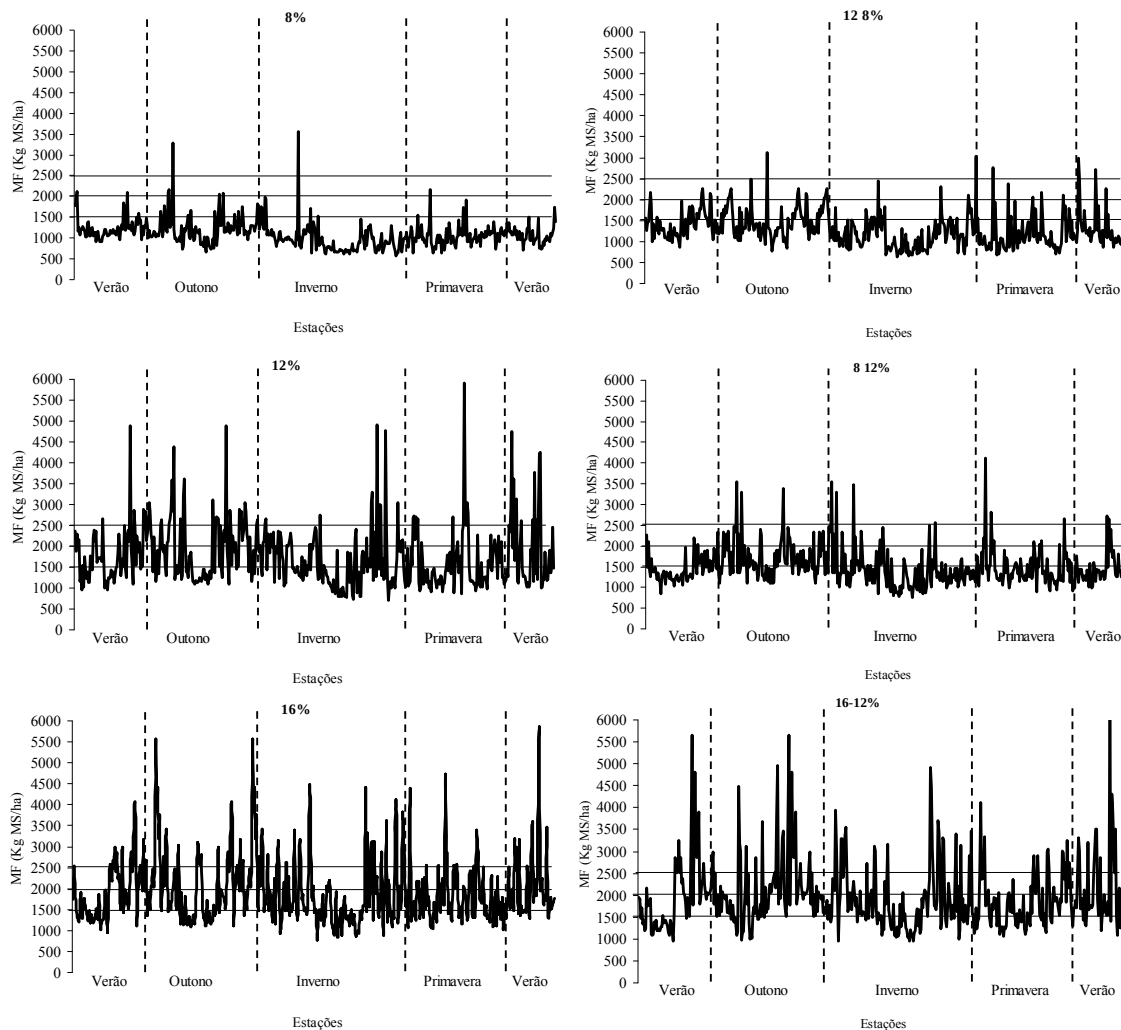


Figura 8 - Distribuição anual, em faixas de massa de forragem (MF, kg/ha de MS), dos sítios alimentares do estrato inferior de uma pastagem natural manejada sob níveis ou combinações de oferta de forragem para novilhas de corte.

Surge aqui uma hipótese a ser esclarecida: o manejo de 8% de OF na primavera (tratamento 8-12%) promoveria um melhor controle, e mesmo uma “contenção”, da vegetação em um momento fenológico importante, onde a abundância de recursos tróficos neste período do ano permite ritmos de crescimento superiores aos ritmos de desfolha do animal. O resultado é que elevadas ofertas, neste momento do ano, induzem à elevação dos entre-nós e à passagem dos perfilhos do estágio vegetativo para o reprodutivo. Este tratamento, após sofrer a troca para 12% no início do verão, apresenta

um acúmulo maior de folhas, ao contrário do manejo onde a oferta de 12% é mantida permanentemente. Esta última avança o verão alocando carbono em estruturas de sustentação e o resultado se transmite para as outras estações do ano.

Isto explicaria a melhor distribuição das frequências de altura na faixa ótima no tratamento 8-12%, e porque a massa de forragem, no entanto, não segue o mesmo padrão. Explicaria, também, o melhor desempenho animal obtido neste tratamento de variação de oferta, pois este tipo de manejo estaria favorecendo a profundidade do bocado, que é o principal determinante da ingestão de um animal em pastejo, o que corrobora com o conhecimento da preponderância da altura sobre a densidade do pasto como determinante do desempenho dos animais (Carvalho et al., 2001).

Estrutura horizontal: as touceiras, o relevo e as interações com a estrutura vertical

Enquanto a estrutura vertical é mais importante em escalas menores da interação planta-animal, a estrutura horizontal – menos abordada e conhecida – é importante em todas as escalas (Carvalho et al., 2001) e é moldada pelos animais ao longo do tempo. No caso das pastagens naturais, esse tipo de comportamento da vegetação é bastante marcado quando diferentes intensidades de pastejo são utilizadas.

A Figura 9 apresenta a proporção da área total que é efetivamente pastejada pelos animais (AEP, % do total) em cada nível de oferta de forragem, sendo o restante da área representado pelo estrato composto por espécies e/ou estruturas indesejáveis⁷ (Fontoura Junior, 2003).

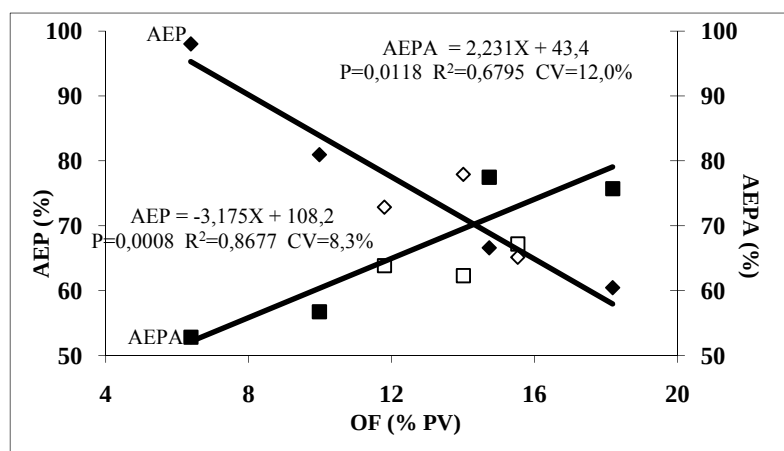


Figura 9 - Área efetivamente pastejada (AEP, %) e área efetivamente pastejada por animal (AEPA, %) em pastagem natural manejada sob níveis de oferta de forragem para novilhas de corte.

As relações representadas evidenciam o fato de que a estrutura horizontal da vegetação é fortemente afetada pelo nível de OF quanto à diferenciação dos estratos inferior (sítios alimentares) e superior (pouca ou ausência de pastejo) existentes na pastagem. A porcentagem da área coberta por touceiras/estruturas com pouco ou nenhum sinal de

⁷ Conforme Fontoura Junior (2003), na produção animal a planta indesejável é aquela que não integra de forma contínua a dieta do animal e que, por sua frequência de ocorrência e desenvolvimento individual, diminui o rendimento das espécies desejáveis por uma combinação de competição e ocupação de área, reduzindo a capacidade de suporte.

pastejo, que é praticamente desprezível em OF próximas a 4%, pode chegar a valores entre 35 e 40% em ofertas altas, ou seja, situação onde apenas 60% da superfície total estaria sendo efetivamente utilizada pelos animais.

A dinâmica da estrutura horizontal da pastagem pode estar direta e constantemente atuando sobre sua estrutura vertical, ou seja: (i) se, por um lado, a redução da OF promove aumento da área disponibilizada ao pastejo efetivo dos animais (AEP), também determina condições de baixa MF e ALT as quais restringem a ingestão de MS por animal (Gonçalves & Carvalho, 2006); e (ii) o mesmo aumento da lotação que resulta em menor incidência de touceiras e, conseqüentemente, maior AEP, contribui para uma diminuição da área efetivamente pastejada disponível por animal (AEPA, %), como pode ser observado ainda na Figura 9.

As observações acima não significam, necessariamente, que um aumento da porcentagem de touceiras seja desejável para que a massa e a altura atinjam patamares adequados ao consumo. Representa, sim, uma característica inerente de pastagens naturais manejadas com uma única espécie animal, sem o auxílio de roçadas e com nível fixo de OF ao longo do ano.

Quando se lança mão de uma estratégia de manejo como, por exemplo, a redução da OF na primavera (caso da combinação 8-12%), é possível obter recuperação de até 10 pontos percentuais na proporção de AEP sem que MF e ALT sejam prejudicadas (Santos, 2007). Tem-se, então, uma clara evidência de que a manipulação da OF, via ajuste da carga animal, constitui importante ferramenta para a ‘construção’ de um ambiente de pastejo (estrutura) favorável à ação do pastejo e ao desempenho animal.

Ainda como contribuição à interação entre estrutura horizontal e vertical da pastagem, Neves & Carvalho (2007, não publicado) avaliaram a distribuição média dos sítios alimentares nas faixas de altura do pasto e massa de forragem conforme sua inserção no relevo (Figura 10). Neste caso, uma vez se tratar de resultados muito recentes, não nos deteremos à discussão de diferenças entre níveis ou combinações de OF, e sim a um panorama geral da estrutura do horizonte efetivamente pastejado em cada relevo, pois os resultados merecem análises mais complexas.

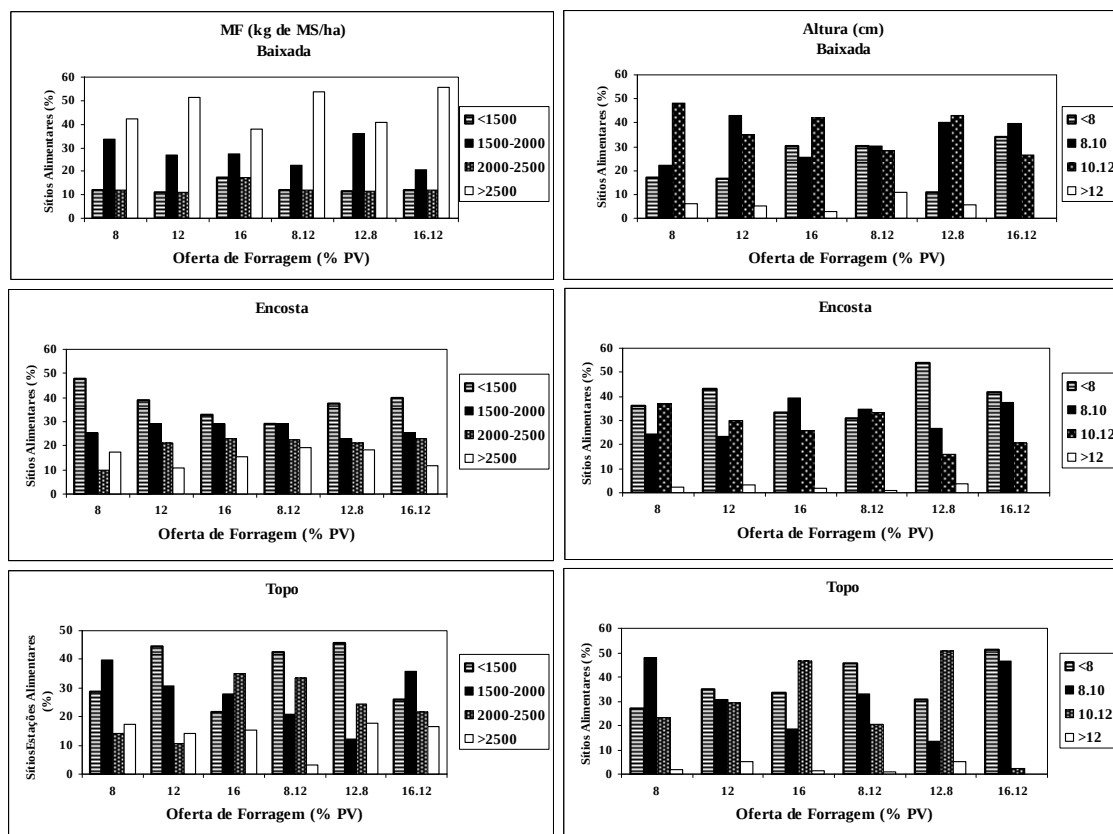


Figura 10 - Frequências de ocorrência de sítios alimentares nos diferentes relevos de uma pastagem natural manejada sob diferentes ofertas de forragem.

Pode-se observar que no relevo tipo baixada existe um predomínio de sítios alimentares com valores acima de 2500 e entre 1500-2000 kg de MS/ha, com percentuais de 47% e 28%, respectivamente. Com relação à altura, o gráfico mostra um predomínio de sítios alimentares nas faixas de 8-10 e 10-12 cm com uma média entre 33 e 37%, respectivamente. Isto caracterizaria a baixada como um local preferencial de pastejo, como de fato se observa ao se constatar a constância da presença dos animais neste relevo.

Outra informação relevante é que somente 5% dos sítios alimentares avaliados na baixada apresentaram altura maior que 12 cm, ao passo que a massa de forragem apresentou quase 50% de sítios alimentares com massas de forragem acima de 2500 kg de MS, porém, com maior proporção de alturas em faixas de até 12 cm. Esta pode ser uma pista de que os animais gastam mais tempo pastejando nas baixadas por conter tipos de plantas com maior densidade volumétrica e uma melhor estrutura.

Com relação à 'encosta' e ao 'topo', a proporção de sítios alimentares é semelhante, tanto para massa quanto para a altura. No entanto, observa-se que, para MF, tem-se um maior percentual de sítios com massas acima de 2500 kg de MS/ha, respectivamente 15 e 14% para encosta e topo, enquanto que apenas 2% dos sítios alimentares com altura superior a 12 cm em ambos os relevos. O percentual de sítios alimentares com massa de forragem menor que 1500 kg é bastante representativo, tanto na encosta como no topo (38 e 35%, respectivamente). Os resultados indicam que a encosta apresenta a pior caracterização estrutural disponível, dentre as demais, para o animal em pastejo.

Considerações finais

O conceito de oferta de forragem traz uma dimensão quantitativa importante para o manejo das pastagens, porém, insuficiente para explicar as complexas relações de causa-efeito na interface planta-animal. Face à importância da estrutura do pasto na determinação dos processos de produção primária e secundária dos ecossistemas pastoris, o manejo de pastagens deve ser visto como ações antrópicas que devam ter, por objetivo, manipular a estrutura dos pastos com vistas a maximizar a produção animal e a qualidade do ambiente pastoril. Nesta emergente filosofia de manejo, o manejo de pastagens resume-se na **criação de ambientes pastoris** favoráveis à ingestão de nutrientes pelo animal e que também estejam em consonância com os atributos multifuncionais e com os serviços ambientais que a sociedade espera serem prestados pelos ecossistemas pastoris.

Referências Bibliográficas

- AGNUSDEI, M.G.; ASSUERO, S.G.; GRECCO, R.C.F. et al. Influence of sward condition on leaf tissue turnover in tall fescue and tall wheatgrass swards under continuous grazing. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.62, p.55-65, 2007.
- ANSQUER P., THEAU J.P., CRUZ, P., et al. Caractérisation de la diversité fonctionnelle des prairies naturelles. Une étape vers la construction d'outils pour gérer les milieux à flore complexe. **Fourrages**, v.157, p. 353-368, 2004.
- BAILEY, D.W. Identification and creation of optimum habitat conditions for livestock. **Rangeland Ecology and Management**, v.58, p.109-118. 2005.
- BOGGIANO, P.R.O. **Dinâmica da produção primária da pastagem nativa em área de fertilidade corrigida sob efeito de adubação nitrogenada e oferta de forragem**. 2000. 191f. Tese (Doutorado)-Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- BOLDRINI, I.I. Campos do Rio Grande do Sul: Caracterização fisionômica e problemática ocupacional. **Boletim do Instituto de Biociências**, Porto Alegre, n.56, p.1-39. 1997.
- BOVAL, M.; FANCHONE, A.; ARCHIME`de, H. et al. Effect of structure of a tropical pasture on ingestive behavior, digestibility of diet and daily intake by grazing cattle. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.62, p.44-54, 2007.
- BRISKE, D.D., DERNER, J.D. Clonal biology of caespitose grasses. In: **Population Biology of Grasses**. Cambridge University Press, p.106-135. 1998.
- CANGIANO, C.A.; GALLI, J.R.; PECE, M.A. et al. Effect of live weight and pasture height on cattle bite dimensions during progressive defoliation. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, Victoria, v.53, p.541-549, 2002.
- CARVALHO, P.C.F. **Relações entre a estrutura da pastagem e o processo de pastejo com ovinos**. Jaboticabal. 1997a. 150p. Tese de Doutorado. UNESP.
- CARVALHO, P.C.F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. In: JOBIM, C.C., SANTOS, G.T., CECATO, U. (Eds.). **SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS**, 1, **Anais...**Maringá-PR. 1997b. p. 25-52.

- CARVALHO, P.C.F. O manejo da pastagem como gerador de ambientes pastoris adequados à produção animal. In: **Simpósio sobre manejo da pastagem**, FEALQ, p. 07-31. 2005.
- CARVALHO, P. C. F., CANTO, M. W., MORAES, A. Fontes de perdas de forragem sob pastejo: forragem se perde? In: Pereira, O. G. et al. (Org.). **Manejo Estratégico da Pastagem**. 1 ed. Viçosa, 2004, v. 1, p. 387-41.
- CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C.; MORAES, A.; DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: PEDREIRA, C.G.S.e DA SILVA, S.C. (Ed.) **A Produção Animal na Visão dos Brasileiros**, Piracicaba: FEALQ, 2001. p.853-871.
- CARVALHO, P.C.F.; POLI, C.H.E.C.; NABINGER, C. Comportamento ingestivo de bovinos em pastejo e sua relação com a estrutura da pastagem. In: PECUÁRIA 2000: A PECUÁRIA DE CORTE DO III MILÊNIO. Pirassununga, UNESP, **Anais...** 2000. (CD ROM).
- COSGROVE, G.P. Grazing behavior and forage intake. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDER GRAZING, 1997, Viçosa, Brazil. **Proceedings...** Viçosa, Brazil: UFV, 1997. p.59-80.
- CRUZ, P., DURU, M., THEROND, O. et al. Une nouvelle approche pour caractériser les prairies naturelles et leur valeur d'usage. **Fourrages**, v.172, p.335-354. 2002.
- CRUZ, F.P. **Dinâmica de crescimento, desenvolvimento e desfolhação em *Andropogon lateralis* Nees**. 1998. 84f. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.
- DIAZ, S., CABIDO, M. Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem process. **Trends in Ecology and Evolution**, v.16, p.646-655. 2001.
- DIAZ, 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.
- DITTRICH, J.R., CARVALHO, P.C.F., MORAES, A. et al. Comportamento ingestivo de equinos em pastejo sob diferentes dosséis. **Ciência Animal**, v.8, p.87-94. 2007.
- DURU, M.; HUBERT, B. De-intensification of grasslands: current state and trends. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, Piracicaba, Brasil, **Proceedings....** 2001. pg. 985-986.
- DURU, M., CRUZ, P., MAGDA, D. Using plant traits to compare sward structure and composition of grass species across environmental gradients. **Applied Vegetation Science**, v.7, p.11-18. 2004.
- EGGERS, L., CADENAZZI, M., BOLDRINI, I. Phyllochron of *Paspalum notatum* Fl. and *Coelorhachis selloana* (Hack.) Camus in natural pasture. **Scientia Agricola**, v.61, 353-357. 2004.
- ERLINGER, L.L.; TOLLESON, D.R.; BROWN, C.J. Comparison of bite size, biting rate and grazing time of beef heifers from herds distinguished by mature size and rate of maturity. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.68, p.3578-3587, 1990.
- ESCOSTEGUY, C. M. D. **Avaliação agrônômica de uma pastagem natural sob níveis de pressão de pastejo**. 1990. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-

graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.

FONTOURA JUNIOR, J. A. **Controle de plantas indesejáveis em pastagem nativa da Serra do Sudeste do RS, sob a influência da intensidade de pastejo associada a métodos químicos e físicos**. 2003. 84f. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

GARNIER, E., SHIPLEY, B., ROUMET, C. et al. A standardized protocol for the determination of specific leaf area and leaf dry matter content. **Functional Ecology**, v.15, p.688-695.2001.

GARNIER, E. CORTEZ, J., BILLES, G. et al. Plant functional markers capture ecosystem properties during secondary succession. **Ecology**, v.85, p.2630-2637. 2004.

GIRARDI-DEIRO, A.M.; GONÇALVES, J.O.N. Estrutura da vegetação de um campo natural submetido a três cargas animais na região sudoeste do Rio Grande do Sul. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa em Ovinos. **Coletânea das Pesquisas**. v. 1 (EMBRAPA. CNPO. Documentos, 3) p.33-62. 1987.

GONÇALVES, E.N. **Comportamento ingestivo de bovinos e ovinos em pastagem natural da Depressão Central do Rio Grande do Sul**. 2007. 131f. Tese (Doutorado)-Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

GONÇALVES, E.; CARVALHO, P.C.F. Como a estrutura do pasto afeta a ingestão de forragem numa pastagem natural? In: REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL – GRUPO CAMPOS, 21, 2006. **Anais...** Pelotas-RS, 2006. (CD ROM).

GRIME, J.P. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. **American Naturalist**, v.111, p.1169-1194. 1997.

HOLECHEK, J.L., GOMEZ, H., Molinar, F. et al. Grazing studies: what we've learned. **Rangelands**. p. 1-8. 1999.

LACA, E.A. et al.. A conceptual model to explain variation in ingestive behavior within a feeding patch. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17, 1993b, Palmerston North. **Proceedings...** p.710-712.

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.

LACA, E.A.; DEMMENT, M.W. Herbivory: the dilemma of foraging in a spatially heterogeneous food environment. In: PALO, R.T.; ROBINS, C.T. (Eds.). **Plant Defenses against Mammalian Herbivory**. CRC, Boca Raton, 1991. p. 29-41.

LAUNCHBAUGH, K. L., HOWERY, L. D. Understanding landscape use patterns of livestock as a consequence of foraging behavior. **Rangeland Ecology and Management**, v.58, p.99-108. 2005.

- LAVOREL, S., GARNIER, E. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. **Functional Ecology**, v.16, p.545-556. 2002.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. **The Ecology and Management of Grazing Systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p.03-36.
- MARASCHIN, G. E. Production potential of South America grasslands. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, Piracicaba, Brazil. **Proceedings...** p.5-18. 2001.
- MARASCHIN, G.E. Utilização, manejo e produtividade das pastagens nativas da região sul do Brasil. In: CICLO DE PASLESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE, 3, Porto Alegre, ULBRA, **Anais...** p.29-39. 1998.
- MARASCHIN, G.E.; MOOJEN, E.L.; ESCOSTEGUY, C.M.D.; et al. Native pasture, forage on offer and animal response. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1997, Saskatoon, Canada. **Proceedings...** Saskatoon, Canada, 1997.p.288.
- MARRIOT, C., CARRÈRE, P. Structure and dynamics of grazed vegetation. **Annales de Zootechnie**, v.47, p.359-370, 1998.
- MOTT, G.O. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 8., 1960, Oxford. **Proceedings...** Oxford: Alden, 1960. p.606-611.
- NABINGER, C. Manejo e produtividade das pastagens nativas do Subtrópico brasileiro. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 1, 2006, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre:UFRGS, 2006. p.25-76.
- NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: PEDREIRA, C.G.S.; DA SILVA, S.C. (Ed.). **A Produção Animal na Visão dos Brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 755-771.
- PARSONS, A.J. A mechanistic model of some physical determinants of intake rate and diet selection in a two species temperate grassland sward. **Functional Ecology**, v.8, p.187-204, 1994.
- PINTO, C.E.; CARVALHO, P.C.F.; FRIZZO, A. et al. Comportamento Ingestivo de Novilhos em uma Pastagem Nativa do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p. 319-327, 2007.
- PONTES, L.S. **Diversité fonctionnelle des graminées prairiales: conséquences pour la productivité et pour la valeur nutritive**. Clermont-Ferrand, 2006. Tese de doutorado. Université Blaise Pascal. Orientador: Jean-François Soussana.
- QUADROS, F. L. F, CRUZ, P., THEAU, J. P., et al. Uso de tipos funcionais de gramíneas como alternativa de diagnóstico da dinâmica e do manejo de campos naturais. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006, João Pessoa. **Anais...** p.1-4. CD-ROM.
- SANTOS, D. **Manipulação da oferta de forragem em pastagem natural: efeito sobre o ambiente de pastejo e o desenvolvimento de novilhas de corte**. 2007. 259f. Tese (Doutorado)-Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

- SANTOS, D.T.; NEVES, F.P.; CARVALHO, P.C.F et al. Manipulação da oferta de forragem em pastagem natural: Desenvolvimento de novilhas de corte dos 13 aos 18 meses de idade. In: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul Grupo Campos, 21., 2006, Pelotas. **Anais...** Pelotas: GTFCSCG, 2006. (CD-ROM)
- SANTOS, D.T.; CARVALHO, P.C.F.; FREITAS, F.K. et al. Adubação de pastagem natural no Sul do Brasil: 1. Efeito do Nitrogênio sobre a produção primária. In: GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 2., 2004, Curitiba. **Proceedings...** Curitiba:UFPR: Macromedia, 2004. (CD-ROM)
- SETELICH, E.A. **Potencial produtivo de uma pastagem natural do rio Grande do Sul, submetida a distintas ofertas de forragem.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994. 169f. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- SILVEIRA, V.C.P.; VARGAS, A.F.C.; OLIVEIRA, J.O.R. et al. Qualidade da pastagem nativa obtida por diferentes métodos de amostragem e em diferentes solos na Apa do Ibirapuitã, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.582-588, 2005.
- SKARPE, C. Effects of large herbivores on competition and succession in natural savannah rangelands. In: **Competition and Succession in Pastures**, CAB International, p.175-192. 2001.
- SOARES, A.B.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. 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., CARVALHO, P. C. F., GARCIA, E. et al. Herbage allowance and species diversity on native pasture. **African Journal of Range and Forage Science**, v. 20, n. 2, p.134, 2003.
- SOARES, A.B. **Efeito da dinâmica da oferta de forragem sobre a produção animal e de forragem em pastagem natural.** 2002. 197 f. Tese (Doutorado)-Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- STUTH, J.W. Foraging behavior. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. (Eds.). **Grazing Management: an Ecological Perspective.** Oregon, Timber Press, 1991. p.85-108.
- THE FORAGE AND GRAZING TERMINOLOGY COMMITTEE. Terminology for grazing lands and grazing animals. **Journal of Productive Agriculture.** v5, p.191-201. 1992.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant.** 2.ed., Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- WADE, M.; CARVALHO, P.C.F. Defoliation patterns and herbage intake on pastures. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. (Eds.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology.** Wallingford (UK): CAB international, 2000.
- WESTOBY, M.A. Leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. **Plant and Soil**, v.199, p.213-227. 1998.

WRIGHT, I.J., REICH, P.B., Westoby, M. et al. The worldwide leaf economics spectrum. **Nature**, v.428, p.821-827. 2004.

WRIGHT, I.J., REICH, P.B., CORNELISSEN, J.H.C. et al. Assessing the generality of global leaf traits relationships. **New Phytologist**, v.166, p.485-496. 2005.