

1 Carvalho, P.C.F. et al. Do bocado ao pastoreio de precisão: Compreendendo a interface planta-animal para explorar a
2 multi-funcionalidade das pastagens. 46ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá, 2009.

3 **Do bocado ao pastoreio de precisão: Compreendendo a interface planta-animal**
4 **para explorar a multi-funcionalidade das pastagens**

5 Paulo C. de F. Carvalho, Julio K. da Trindade, Jean C. Mezzalira, Cesar H. E. C. Poli,
6 Carlos Nabinger, Teresa C. M. Genro, Horacio L. Gonda

7 **Resumo**

8 A pecuária de precisão diz respeito a inovações tecnológicas que monitoram o animal
9 no seu ambiente pastoril. O comportamento ingestivo do animal é a base do
10 conhecimento necessário para proceder às ações de manejo decorrentes do
11 monitoramento dos animais e da vegetação. Como serão utilizadas as informações
12 geradas pelas tecnologias ainda é uma incógnita. Na agricultura de precisão, a
13 prerrogativa tem sido corrigir a variabilidade e padronizar a produção em patamares
14 maximizados. É discutido que a mesma lógica, aplicada a pecuária, pode acentuar
15 incorreções clássicas no manejo do pastejo. Não obstante, se a pecuária de precisão vier
16 para ajudar a integrar a heterogeneidade na condução dos animais nos pastos, então
17 podemos estar diante de uma poderosa ferramenta para responder aos novos paradigmas
18 da multi-funcionalidade das pastagens. Este artigo discute este contexto, e traz o bocado
19 como a unidade básica do processo a ser monitorado. Alguns equipamentos e suas
20 aplicações no monitoramento do uso de sítios e da dinâmica espaço-temporal dos
21 bocados são apresentados. Conclui-se exemplificando como criar ambientes pastoris
22 com bocados de precisão, e como construir estruturas de pasto para alocar bocados.
23 Palavras chave: pecuária de precisão, manejo de pastagens, estrutura do pasto, bocado,
24 pastejo

25 **From the bite to precision grazing: Understanding the plant-animal interface to**
26 **exploit the multi-functionality of grasslands**

Abstract

1
2 Precision livestock involves innovative technologies to monitor the animal within its
3 pastoral environment. Understanding ingestive behaviour is fundamental to
4 management decisions based upon animal and vegetation monitoring. The way such
5 information can be used is not yet clear. In precision agriculture, the governing principle
6 has been to correct or manage variability so as to homogenise yield at maximized levels.
7 If the same reasoning is applied in livestock production, it can foster classical mistakes
8 in grazing management. However, if precision livestock production can help integrate
9 heterogeneity in managing animals on pasture, then we have a powerful new tool for
10 responding to the new paradigms involving the multi-functionality of grasslands. This
11 paper discusses this concept, and presents the bite as the basic unit of the process to be
12 monitored. A few types of equipment and their application in monitoring site use and
13 the spatial-temporal dynamics of animal biting are presented. The discussion concludes
14 with how to build pastoral environments with precision bite management, and how to
15 create sward structures to influence the temporal and spatial dynamics of animal biting.
16 **Keywords:** precision livestock, pasture management, sward structure, bite, grazing

Introdução

17
18 A pecuária de precisão, no contexto dos ecossistemas pastoris, é a forma moderna
19 de gerenciar os sistemas de produção animal a pasto. Consiste na medição de diferentes
20 parâmetros dos animais, a modelagem desses dados para selecionar a informação que se
21 quer, e o uso desses modelos em tempo real visando o monitoramento e o controle de
22 animais e rebanhos (Berckmans, 2008). A pecuária de precisão integra os
23 conhecimentos de comportamento animal, a tecnologia eletrônica e os sistemas de
24 decisão aplicados ao pastoreio (Laca, 2008). O fundamento está em conhecer o
25 comportamento em pastejo dos animais e saber por que, e como, modificá-lo. O

1 condicionamento do comportamento ingestivo, via treinamento dos animais com
2 recompensas e criação de aversões, as cercas virtuais, o aumento do valor percebido dos
3 sítios de pastejo são exemplos, dentre vários, de ferramentas de precisão que podem ser
4 usadas no manejo de ambientes pastoris.

5 No interesse de consultar o tema sobre pecuária de precisão de forma mais
6 extensa, o leitor é referido a Laca (2009a). Neste trabalho faremos a distinção entre a
7 pecuária de precisão e o pastoreio¹ de precisão, para poder tratar este último referindo-
8 se exclusivamente ao manejo e ao controle do processo de pastejo via ferramentas
9 tecnológicas, ou pelo menos algumas, que têm sido utilizadas para monitorar os padrões
10 de pastejo dos animais. Parte-se do princípio de que a base da pecuária de precisão
11 esteja no conhecimento do processo de pastejo, que por sua vez tem como unidade
12 básica o bocado, daí a concepção deste trabalho. Propomo-nos, inicialmente, a uma
13 discussão sobre as motivações e usos da pecuária e do pastoreio de precisão, e
14 posteriormente apresentamos alguns resultados de comportamento em pastejo que
15 ilustram o potencial de seu monitoramento e controle.

16 **Novos paradigmas para o manejo das pastagens**

17 A pecuária de precisão, em conjunto com a perspectiva multi-funcional das
18 pastagens (Hervieu, 2002) englobando tanto a produção animal quanto os serviços
19 ambientais, resulta em novo paradigma para o manejo e a utilização dos ambientes
20 pastoris², onde os objetivos e meios transcendem a meta da simples produção animal
21 perseguida até os tempos recentes.

22 Os desafios para a utilização de ruminantes em pastagens muito se modificaram
23 nos últimos anos. De forma geral, a busca por recordes de produtividade animal dá

¹ Pastoreio refere-se a ação antrópica de condução do processo de pastejo

² O termo pastagem refere-se a situações onde o manejo das relações planta-animal objetive quase que exclusivamente a produção animal, enquanto o termo ambiente pastoril refira-se a situações de utilização do recurso forrageiro que objetivem tanto a produção animal quanto a produção de serviços ambientais

1 lugar cada vez mais a necessidades de explicar e justificar o processo produtivo
2 (Carvalho, 2005). Houve tempo em que a produção de ruminantes em pastagens era, por
3 si só, um sistema de produção reconhecido como ecologicamente correto. Não é mais.
4 Contou definitivamente, para tanto, a recente e controversa publicação da FAO de 2005
5 intitulada “Livestock’s Long Shadow”, que culpou os ruminantes pelas emissões de
6 cerca de 1/3 do metano emitido no mundo. O Brasil, e seus quase 200 milhões de
7 bovinos, passaram a estar sob vigilância ecológica mundial, com reflexos evidentes
8 sobre as relações comerciais futuras para a comercialização dos produtos animais
9 oriundos de pastagens.

10 E o que este contexto traz para o manejo das pastagens? Resulta que as pastagens
11 não são mais apenas produtoras de produto animal. Além disso, têm que ser
12 reconhecidas dentro de uma visão holística, cujo papel ultrapassa a simples produção e
13 se integra na expectativa de serviços ecossistêmicos, destacando-se a regulação dos
14 ciclos biogeoquímicos (C, N, H₂O, P, etc.), abrigando populações de diversos
15 invertebrados que têm um papel importante nos ciclos de carbono e nitrogênio,
16 sobretudo, bem como de aves e mamíferos para os quais a pastagem é fonte de alimento
17 e de abrigo. Enfim, um habitat multi-funcional (Lemaire et al., 2003).

18 Nesse contexto, o manejo de pastagens passa a fazer face a novos paradigmas.
19 Hervieu (2002) destaca que o manejo dos pastos deva levar em conta o atributo de
20 multi-funcionalidade das pastagens, que ilustra a nova expectativa que as sociedades
21 têm para com o ambiente pastoril. Dentre tais expectativas destacam-se a construção e a
22 ocupação da paisagem, a preservação de biodiversidade, o suporte a sistemas agrícolas
23 no manejo de efluentes, o papel de vetor de imagens de produtos ecologicamente
24 corretos e de base para sistemas de produção animal mais sustentáveis e independentes,
25 dentre outros. A consequência concreta dessa expectativa para o manejo das pastagens é

1 inquietante para a filosofia atual de exploração das pastagens no Brasil e em muitos
2 países que ainda se encontram na “era produtivista”. Isto porque significaria o abandono
3 da procura pela homogeneidade e a estabilidade, da procura pelo potencial produtivo
4 imediato, e uma aceitação de sistemas de produção mais heterogêneos e diversificados,
5 dentro de uma perspectiva de produção de médio e longo prazo, incluindo-se metas
6 ambientais (Carvalho, 2005).

7 O bovino, neste contexto, não mais tem mais por objetivo a simples colheita de
8 forragem e sua transformação em produto animal. Na perspectiva de estar trabalhando
9 em ambientes pastoris, onde o papel do herbívoro é ocupado pelo ruminante doméstico,
10 os bovinos, ovinos e caprinos têm responsabilidades junto ao fluxo de nutrientes, com a
11 atividade e diversidade da microbiota do solo, com a mesofauna, com a estrutura da
12 vegetação, etc. Enfim, os ruminantes se tornam engenheiros do ecossistema (*sensu*
13 Derner et al., 2009), cujo manejo passa a almejar a construção de ambientes pastoris
14 multi-funcionais via controle do pastejo, seu impacto na vegetação e, por conseguinte,
15 no funcionamento do ecossistema (Carvalho, 2005).

16 Portanto, a própria gestão do animal em seu ambiente de pastejo passa a compor
17 um contexto mais complexo do que a simples determinação, por exemplo, do tipo
18 animal (demanda e nicho alimentar), da carga (intensidade de pastejo) e de sua
19 distribuição (métodos de pastejo). Exige novos conceitos de manejo e novas
20 ferramentas para fazer frente a esses novos paradigmas. Segundo Laca (2009b), há
21 necessidade de se incorporar a heterogeneidade e escalas não lineares de interações
22 ecológicas que são variáveis no tempo e no espaço, tais como a seleção de dietas e o
23 processo de desfolhação, isso se quiser que se promovam progressos no manejo de
24 pastagens. Seria neste contexto que o pastoreio de precisão estaria evoluindo?

1 por telemetria todas as informações ou as tornam acessíveis pela internet (Hacker et al.,
2 2008). Animais mais fracos podem ser separados automaticamente para poteiros com
3 acesso a suplementação. O sistema também monitora animais que tenham chegado a
4 peso de comercialização.

5 Com menos sucesso de emprego, as cercas virtuais (Bishop-Hurley et al., 2007)
6 baseadas em tecnologia GPS e WiFi procuram controlar o movimento dos animais de
7 acordo com o interesse maior ou menor de ocupação de certas zonas na pastagem. A
8 necessidade de associação da consequência (penalização via descarga elétrica) com
9 estímulos visuais, auditivos ou táteis, tornam complexa a sua aplicação. Os sistemas
10 mais recentes usam frequências de rádio emitidas do GPS para gerar as fronteiras
11 virtuais (Anderson, 2007). Pedômetros e *transponders* estão sendo testados para inferir
12 sobre o estado sanitário e a ocorrência de estro nos animais (Brehme et al., 2008). Por
13 fim, a tecnologia dispõe inúmeras ferramentas de controle dos animais.

14 Destarte, o monitoramento do comportamento dos animais em pastejo nas escalas
15 individual e de rebanho está na raiz do processo. Mas com qual real intuito?

16 Para trazer essa discussão, permitam-nos primeiramente contextualizar o
17 argumento. No conjunto da produção agrícola, a agricultura de precisão visa
18 caracterizar a heterogeneidade local (desuniformidade) e buscar sua homogeneização
19 por meio da distribuição variável de insumos no espaço. Em outras palavras, corrigir a
20 variabilidade e padronizar a produção em patamares maximizados. Esse tipo de postura,
21 exclusivamente produtivista da agricultura intensiva, e agora com novas ferramentas
22 georeferenciadas, provou não ter sustentabilidade, principalmente pela perda de
23 biodiversidade, pela poluição oriunda da ineficiência no manejo dos nutrientes, bem
24 como pela fragmentação causada no habitat (Carvalho et al., 2009a). Portanto, a
25 agricultura de precisão não foi concebida para corrigir os erros de origem dos sistemas

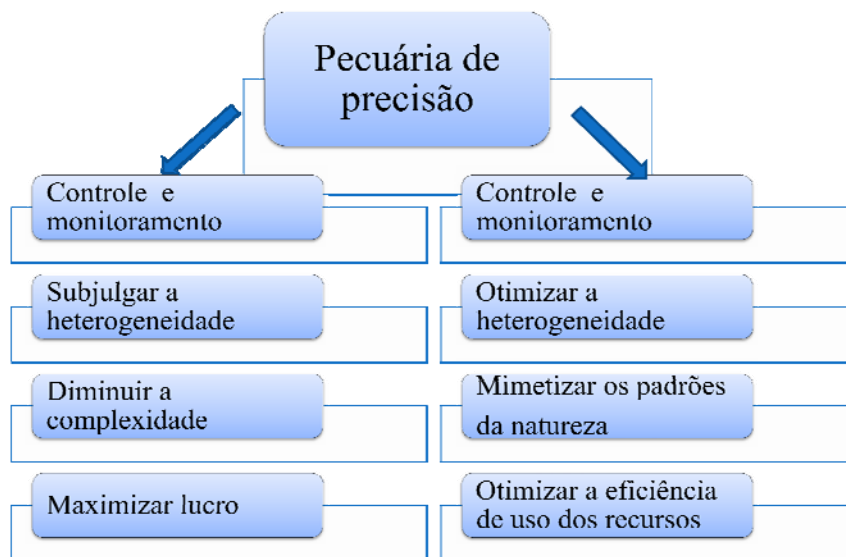
1 de produção pós-revolução verde. É provável mesmo que, em curto prazo, os acentue.
2 Não necessariamente no que diz respeito ao manejo dos nutrientes, mas na postergação
3 da premente necessidade de diversidade nos sistemas de produção.

4 Esta reflexão, trazida aos sistemas pecuários, não é mais otimista. Historicamente
5 a ação antrópica procura “controlar” o pastejo desde o período Neolítico. Desde então,
6 procuramos que os herbívoros domesticados se alimentem daquilo que **nós** entendemos
7 como aquilo que **eles** devam se alimentar. De forma geral, desprezando milhares de
8 anos de processos evolutivos que baseiam as relações planta-animal, criamos métodos
9 de pastoreio e sistemas de produção que cada vez mais substituem as sábias decisões
10 dos animais por presunçosas, e via de regra incorretas, decisões antrópicas.

11 Se refletirmos sobre a maioria do que hoje denominamos “tecnologias de
12 produção animal”, nada mais são que insucessos humanos na compreensão, e
13 conseqüentemente administração, de ambientes de produção heterogêneos. Exemplos
14 podem ser tomados na substituição de pastagens naturais complexas por monocultivos
15 de gramíneas, homogeneização de rebanhos e especialização do uso de pastagens,
16 lotação rotativa com elevados níveis de insumo em condições de quase ausência de
17 diversidade, seja vegetal ou de herbivoria, etc. Enfim, a lógica não é diferente da
18 aplicada aos sistemas agrícolas. A concepção antrópica está em substituir o complexo,
19 que não entende, pelo simples, que domine. Isto se verifica nas mais diferentes áreas do
20 conhecimento, mas, sobretudo, na agricultura e na pecuária. A conseqüência disso tem
21 sido a baixa sustentabilidade dos sistemas de produção, a poluição ambiental e os
22 diferentes tipos de ameaças sanitárias criadas pelos modelos de produção em voga,
23 dentre outros (Carvalho, 2005).

24 Segundo Laca (2008), o manejo de pastagens tradicional se baseia em conceitos
25 de equilíbrio, de capacidade de carga anual e homogeneidade espacial. Neste sentido,

1 viria a pecuária de precisão trazer novas ferramentas para uma velha filosofia de uso dos
 2 recursos forrageiros? Ou viria para nos auxiliar a compreender e monitorar padrões
 3 comportamentais dos animais e interações com a vegetação, integrando a
 4 heterogeneidade, os efeitos não lineares, a dinâmica do desequilíbrio dirigida por
 5 eventos discretos e efeitos dependentes de escalas espaço-temporais, como sugere Laca
 6 (2009b)? Dito isto, acredita-se que a pecuária de precisão esteja numa “encruzilhada
 7 filosófica” (Figura 1) e sua aplicação tenha potencial para corrigir os rumos atuais da
 8 ciência de manejo das pastagens, ou acentuá-los.



9
 10 Figura 1. Dicotomia teórica da aplicação do pastoreio de precisão no manejo das
 11 pastagens.

12 Portanto, se o pastoreio de precisão virá para dar suporte a práticas de manejo de
 13 pastagem orientadas para a redução espaço-temporal da heterogeneidade dos recursos
 14 forrageiros, enquanto promovendo a perda de biodiversidade, então podemos esperar
 15 um decréscimo nos serviços ambientais providos pelos ambientes pastoris. Mas se não
 16 obstante aceitarmos o desafio de “manejar a heterogeneidade”, usando as novas
 17 tecnologias que estão sendo disponibilizadas, então teremos novamente o ambiente
 18 pastoril em papel de destaque como provedor de serviços ambientais e mantenedor da
 19 biodiversidade.

Da pecuária de precisão ao bocado de precisão

Uma vez que não se possa monitorar ou controlar aquilo que se desconheça, propomos discutir alguns aspectos do processo de pastejo, o qual tem os bocados em sua mínima escala. Portanto, o monitoramento espaço-temporal dos bocados deve ser visto como fundamental para se atingir as metas do pastoreio de precisão. A lógica está em que a pecuária de precisão, no contexto da produção de ruminantes baseada em pastagens, envolva o monitoramento do processo de pastejo (pastoreio de precisão) o qual, de forma simplista, significa o processo de deslocamento dos animais na busca de alimento, bem como a ação de colheita da forragem pelo bocado e seu processamento para deglutição. Portanto, o pastoreio de precisão, em última análise, finda no monitoramento dos bocados desferidos pelo animal. O “bocado de precisão” será um termo utilizado no intuito de ressaltar que o bocado, com sua alocação no tempo e no espaço, seja a unidade básica de todo o processo a ser monitorado (Figura 2).

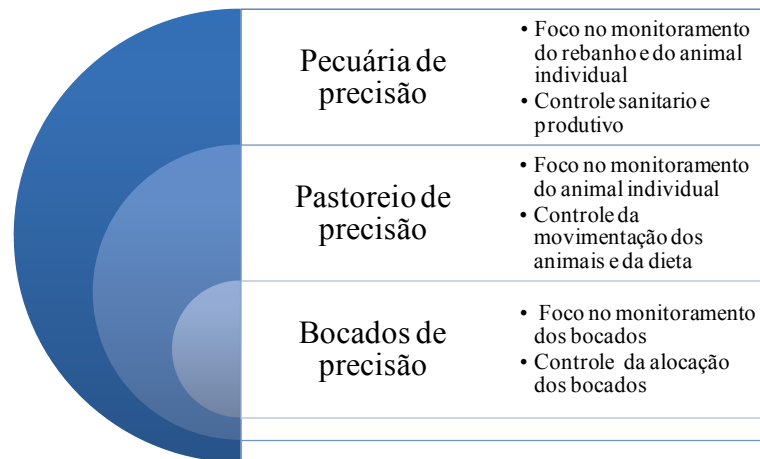


Figura 2. Sobreposição de enfoques e objetivos da pecuária, do pastoreio e dos bocados de precisão.

A alocação de bocados no tempo e o espaço é um processo complexo no qual interferimos, atualmente, com poucas ferramentas. Nos sistemas de produção controlamos o pastejo essencialmente pela manipulação da taxa de lotação, do tipo de

1 animal, do método de pastoreio, e da alocação de *foci* na pastagem, tais como aguadas,
2 saleiros, dentre outros. É provável que o pastejo com lotação rotativa seja a forma de
3 manejo onde mais se alcança controlar o bocado, pois define-se com razoável precisão
4 onde e quando os bocados serão desferidos. Apesar desta notável ferramenta de
5 manejo, não se pode dizer que ela supere, por exemplo, o pastoreio com lotação
6 contínua (vide discussão em Briske et al., 2008). Neste último, é possível determinar a
7 intensidade da frequência de bocados possível de ocorrer num determinado potreiro,
8 mas nada além disso. Ou seja, os bocados são alocados no tempo e no espaço
9 essencialmente por decisões tomadas pelo animal em relação à vegetação a qual
10 interage. Se em lotações adequadas os sistemas de lotação rotativa e contínua são
11 semelhantes, isto equivale a dizer que ainda não compreendemos suficientemente o
12 processo de pastejo a ponto de tirar proveito. Afinal, claro está que não estejamos sendo
13 capazes de suplantar o desempenho dos animais em condições onde eles expressem sua
14 sabedoria em procurar alimento. Esta constatação não permite que sejamos otimistas
15 com relação ao pastoreio de precisão, pelo menos no que se refira ao seu uso no manejo
16 do pastejo, e a julgar pela forma com que isso venha sendo proposto.

17 Isto nos remete a seguinte questão: Quais instrumentos estão em uso para
18 monitoramento do animal em nível de bocados? Não se pretende abordar o tema de
19 forma a esgotá-lo. Apenas apresentar alguns instrumentos que mais recentemente, e em
20 maior amplitude, têm sido usados com o intuito de monitorar o pastejo dos animais.
21 Para maiores detalhes a respeito das tecnologias o leitor é referido a Laca & Wallis De
22 Vries (2000), Ungar & Rutter (2006), Galli et al. (2006) e Rutter (2007).

23 **Monitorando bocados e o uso dos recursos forrageiros no tempo e no espaço**

24 Penning (2004) descreve um buçal-sensor que se acopla abaixo da mandíbula dos
25 animais e cuja distensão é reconhecida como movimentos mandibulares, armazenando-

1 se os registros num tipo de *datalogger* acoplado ao animal. Na Figura 3a pode-se
2 visualizar tal aparato do lado esquerdo do pescoço da vaca. Na Figura 3b o mesmo
3 *datalogger* colocado em um tipo de mochila encilhada nos ovinos.

4 Os dados armazenados posteriormente são discriminados através de
5 processamento com o software *Graze* (Rutter, 2000). Esses tipos de registros já foram
6 realizados em protocolos conduzidos no Brasil em diferentes espécies animais (ovinos e
7 bovinos de corte e de leite) e em pastagens naturais e cultivadas (Gonçalves et al.,
8 2009a; Gonçalves et al., 2009b; Amaral, 2009). Os movimentos mandibulares podem
9 ser identificados e classificados como bocados e não-bocados de acordo os critérios de
10 amplitude e frequência especificados pelo usuário (Ungar & Rutter, 2006). Os registros
11 podem ser observados na escala de segundos e ainda são capazes de fornecer o tempo
12 em pastejo, ruminação e outras atividades, dentre outras informações.

13 Outra forma de monitorar o comportamento ingestivo é o monitoramento
14 acústico, já proposto por um considerável número de publicações (Laca & Wallis De
15 Vries, 2000; Ungar & Rutter, 2006; Galli et al., 2006). A bioacústica é uma técnica
16 relativamente barata e não invasiva, comparativamente as demais técnicas
17 automatizadas. O princípio está em que os movimentos mandibulares têm características
18 acústicas que permitem sua distinção como bocados, mastigação e movimentos
19 compostos de mastigação-bocado, e a intensidade e tipo das ondas sonoras produzidas
20 pelo pastejo estariam associadas com a quantidade de forragem ingerida (Laca & Wallis
21 De Vries, 2000). Com base nesta hipótese, registros sonoros estão sendo realizados em
22 protocolos que avaliam de forma concomitante a ingestão de forragem (Figura 3).



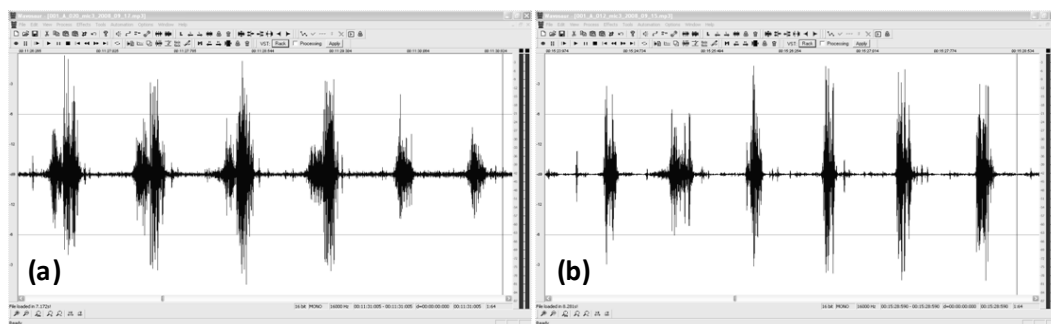
1

2 Figura 3. Bovinos (a) e ovinos (b) equipados com registradores de movimentos
3 mandibulares (IGER *Behaviour Recorder*) e gravadores com microfones localizados na
4 frente (bovino) ou na porção distal da maxila (ovinos). Borrego (c) em gaiola
5 metabólica visando relacionar o consumo com a acústica registrada durante sua
6 alimentação (GPEP-UFRGS, Fotos: Julio K. da Trindade).

7 As fotos apresentam animais equipados com gravadores e microfones
8 posicionados na frente (vaca) ou na porção distal da maxila (ovinos) em diferentes
9 protocolos experimentais com o intuito de captar os sons produzidos durante a
10 alimentação. Ungar & Rutter (2006) compararam a técnica bioacústica com o IGER
11 *Behaviour Recorder* e concluíram por uma razoável correspondência entre
12 procedimentos, no que diz respeito à classificação dos movimentos mandibulares.
13 Segundo Gibb³, há evidências de que esta técnica possa prever também o tipo de
14 espécie vegetal ingerida pelo animal, bem como a sua digestibilidade. Por essas razões é
15 considerada, por Gibb, como a novidade técnica que representa o maior avanço dentre
16 as metodologias para descrever a dinâmica dos movimentos mandibulares e estimar
17 consumo.

18 Além disso, há possibilidades de que se possa prever em qual tipo de estrutura
19 no pasto os animais estariam alocando bocados. Em protocolo recente, Trindade et al.
20 2008 (dados não publicados) gravaram registros de som produzidos por animais que se
21 alimentavam em pastos com alturas contrastantes (Figura 4).

³ comunicação pessoal, novembro de 2008, Malcolm Gibb, UK



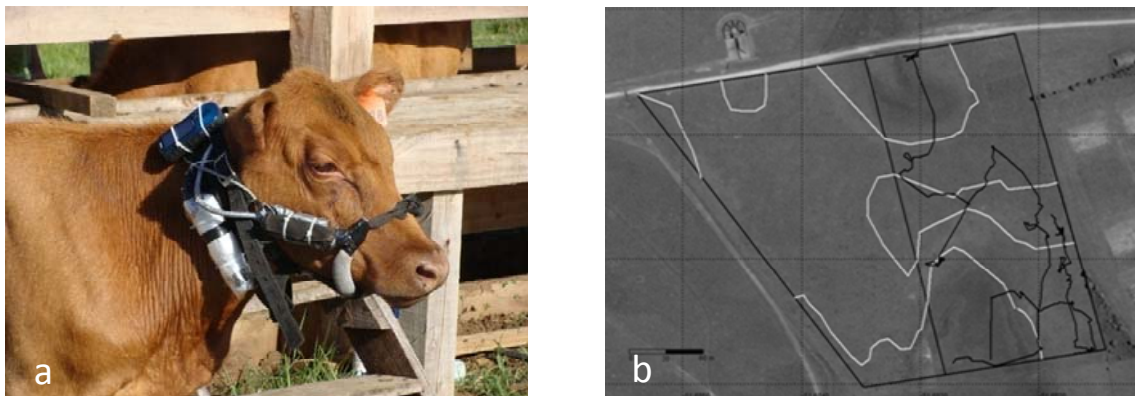
1

2 Figura 4. Registros acústicos em vacas leiteiras durante a atividade de pastejo. Os picos
 3 representam bocados e/ou outros movimentos mandibulares no pastejo de azevém anual
 4 com alturas de 32 cm (a) e 6 cm (b) (Trindade et al., dados não publicados).

5 As saídas dos registros podem ser visualizadas em softwares de áudio, onde cada
 6 pico representa o som produzido durante o movimento mandibular. Percebe-se um
 7 padrão diferenciado de registros, onde os movimentos mandibulares em pastos altos
 8 demonstram ter maior duração e estão associados com movimentos de mastigação
 9 (picos menores) antes do corte da forragem (picos maiores), movimentos esses
 10 considerados compostos e típicos de situação de bocados de elevada massa. Já em
 11 pastos baixos os movimentos parecem ser predominantemente excludentes, típicos de
 12 baixa massa de bocado. O software para suporte à interpretação dos registros sonoros
 13 ainda está em desenvolvimento (Milone et al., 2009), mas a aplicação deste método para
 14 a avaliação da ingestão de forragem significa um avanço em relação a outros métodos
 15 de monitoramento animal (Carvalho et al., 2007).

16 Procurando ilustrar o emprego dessas tecnologias no monitoramento do
 17 deslocamento animal e da dinâmica dos bocados, se apresentam alguns exemplos de
 18 mapeamento da vegetação combinado com informações de comportamento ingestivo
 19 dos animais. Para os objetivos desta ilustração, tomemos um experimento em pastejo de
 20 longa duração em campo natural. Primeiramente, SIG e GPS foram usados para mapear
 21 a vegetação, identificando sítios e caracterizando estruturas de pasto. Então, o
 22 comportamento ingestivo e o deslocamento dos animais são monitorados de forma

1 concomitante por GPS, IGER *Behaviour Recorder* e bioacústica para representar os
2 locais de forrageamento (Figura 5).



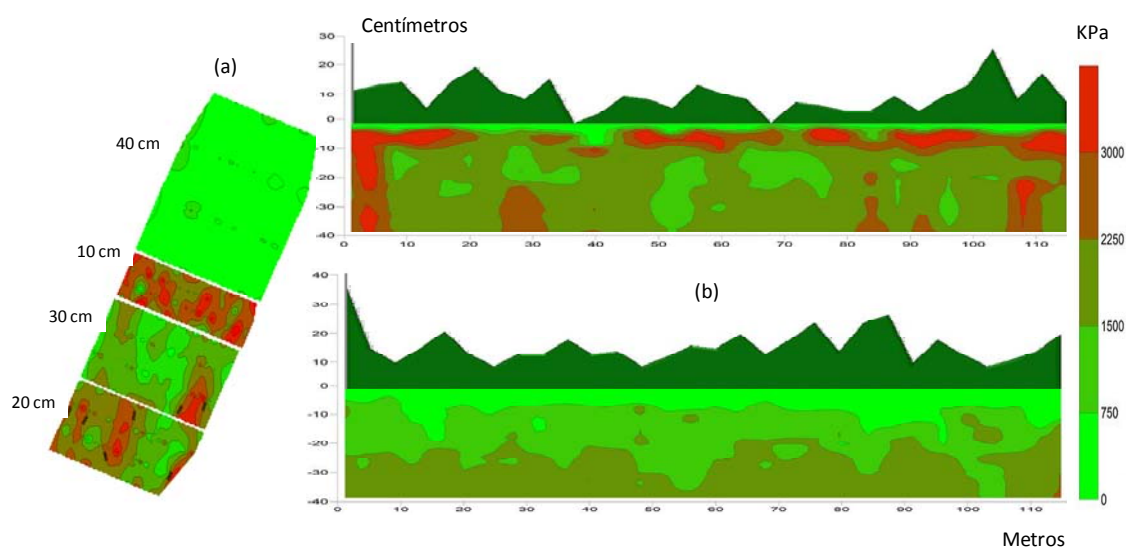
3
4 Figura 5. Novilha com IGER *Behaviour Recorder*, gravador com microfone e GPS (a).
5 Na imagem (b) encontra-se a integralização das informações obtidas pelos
6 equipamentos. A linha preta descontínua apresenta a trajetória em atividade de pastejo.
7 As linhas claras delimitam sítios de pastejo, enquanto a linha preta retilínea define os
8 limites do piquete. (UFRGS, Fotos e imagem: Cassiano E. Pinto).

9 Enquanto o IGER *Behaviour Recorder* e o microfone registram as atividades de
10 pastejo, o GPS registra todo o trajeto dos animais. A partir do cruzamento dos controles
11 de forma concomitante no tempo, é possível separar a parte do trajeto que se constitui
12 efetivamente em atividade de pastejo. Esta informação, sobreposta ao mapeamento da
13 vegetação, informa quais locais do piquete, e quais estruturas de pasto, estão sendo mais
14 visitados pelos animais. No que concerne a precisão e acurácia do GPS para esses tipos
15 de estudo, o leitor é referido a Rutter (2007).

16 O monitoramento conjunto das diferentes atividades (pastejo, ruminação,
17 descanso, entre outros) e de sua posição por GPS pode se tornar uma ferramenta
18 decisiva na identificação dos componentes preferidos da dieta. Com essa informação
19 prévia poder-se-ia identificar e delimitar áreas de preferência, bem como promover o
20 aumento dos componentes preferidos ou do valor percebido de um determinado sítio.
21 Isto permitiria progressos que, num curto prazo, aportariam subsídios para inferências

1 mais precisas acerca do manejo da lotação e da utilização sustentável das pastagens.
2 Assim, as ferramentas de monitoramento animal podem ser importantes para definir que
3 espécies animais e categorias podem ser utilizadas, assim como melhor definir a
4 disposição espacial de aguadas, saleiros, comedouros e outros *foci*, com o objetivo de
5 melhorar o uso dos recursos disponíveis e promover visitas aos locais poucos
6 freqüentados na pastagem (Laca, 2008).

7 Em exemplo com outro protocolo de longa duração, o GPS é utilizado para o
8 mapeamento de áreas de pastagens submetidas a diferentes intensidades de pastejo.
9 Utilizou-se um penetrômetro eletrônico PenetroLOG, marca Falker, modelo PLG1020,
10 acoplado a um sistema automatizado SoloStar e junto a um quadriciclo, com DGPS
11 Recon, marca Tribble, para o registro das coordenadas do ponto amostrado. O
12 equipamento possui uma haste com ponta padronizada pela Asae (tipo 2) e base
13 refletora para calcular a profundidade das leituras. O impacto georeferenciado do pastejo
14 é oportunizado pela técnica, e mapas de resistência a penetração são gerados ao se obter,
15 de forma concomitante, medidas de penetrômetro, de altura do pasto, e seus
16 posicionamentos no espaço (Figura 6).



17

18 Figura 6. Imagens georeferenciadas de resistência a penetração na camada de solo de 0-
19 10 cm em quatro piquetes segundo alturas de manejo do pasto (a) e de resistência a

1 penetração e altura do pasto ao longo de uma transecta (b) em piquetes manejados a 10
2 (acima) e 40 cm de altura (abaixo). Escala de resistência a direita em KPa (Machado et
3 al. 2008, dados não publicados).

4 Como se pode observar, ao final de oito anos de aplicação dos tratamentos as
5 maiores intensidades de pastejo apresentam áreas com elevados níveis de resistência a
6 penetração. Os piquetes manejados com 10 e 40 cm de altura apresentam-se
7 relativamente homogêneos quanto ao impacto espacial do pastejo medido por esta
8 variável. Já os tratamentos 30 cm, e principalmente o manejo com 20 cm de altura,
9 promovem a ocorrência de áreas bastante contrastantes em termos de resistência do solo
10 a penetração (Machado et al., dados não publicados). Empiricamente, é possível
11 verificar que há uma correspondência entre a altura do pasto e a resistência do solo a
12 penetração (Figura 6b), havendo maior ocorrência de áreas com maior resistência a
13 penetração sob áreas de pastos com menor altura. Este tipo de ferramenta permite
14 identificar os sítios com maior frequência de visitas no piquete, bem como aqueles mais
15 recusados. No que diz respeito a áreas integradas com agricultura, o manejo de forma a
16 distribuir melhor o pastejo e reduzir o impacto do pisoteio no espaço é importante na
17 redução dos riscos para a lavoura em sucessão (Carvalho et al., 2009).

18 Para concluir, no ambiente pastoril vários são os padrões de comportamento
19 ingestivo que podem ser apresentados pelos animais em pastejo, cabendo ao manejador
20 do sistema interpretá-los para se obter eficiências nas repostas de interesse. Para tanto,
21 os estudos de comportamento ingestivo e de memória espacial dos animais são
22 importantes para conhecer os processos de identificação e de preferências aos recursos
23 disponíveis. Com base nesta informação, é possível delimitar locais ou ambientes a
24 serem utilizados pelos animais, e equilibrá-los em função das suas necessidades,
25 atuando com condicionamentos clássicos ou instrumentais, e mesmo treinamentos por
26 aversão e recompensa (Edwards et al., 2008).

1 Essa nova maneira de propor estratégias de manejo nada mais é do que aprender
2 com os animais, ao invés de ensiná-los, pois se as bases evolutivas das relações planta-
3 animal estão corretas, a racionalidade das decisões dos animais deve ser levada em
4 conta no manejo da pastagem (Carvalho et al., 2006). Ainda no caso da pecuária, o
5 conhecimento dos padrões de comportamento animal é fundamental para o
6 desenvolvimento de métodos integrados com tecnologia eletrônica sem fio e sistemas de
7 decisão para o manejo de animais em pastejo, o qual define a pecuária de precisão.
8 Segundo Laca (2008), grande parte do sucesso da pecuária de precisão depende de um
9 profundo conhecimento do comportamento animal.

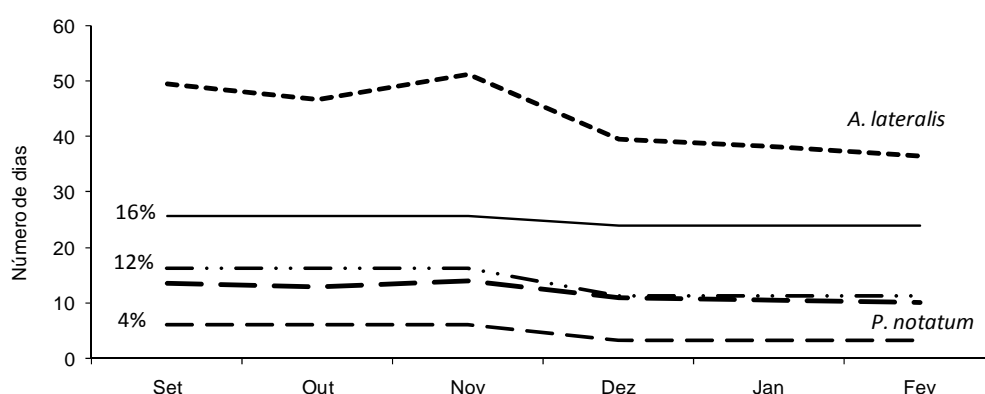
10 **Ruminantes engenheiros construindo ambientes pastoris com bocados de precisão**

11 Para ilustrar como podemos gerenciar ambientes pastoris com bocados de
12 precisão, comecemos com alguns resultados do mesmo protocolo experimental de longo
13 prazo, com intensidades de pastejo sendo aplicadas em pastagem natural, conforme
14 previamente apresentado. É importante que se diga tratar de uma comunidade complexa
15 do ponto de vista florístico e estrutural, e que o ajuste da carga animal, para efeito deste
16 exemplo, é o meio de ajustar o bocado no conceito do pastoreio de precisão.

17 Consideremos que, por meio da diminuição da oferta de forragem, aumenta-se a
18 probabilidade de ocorrer um bocado num determinado momento e num determinado
19 local da pastagem. Este bocado, numa comunidade vegetal complexa, tem a
20 possibilidade de encontrar os mais diferentes tipos funcionais, com os mais diferentes
21 ritmos morfogênicos (Cruz et al., 2009). Enfoquemos inicialmente duas das principais
22 espécies indicadoras da pastagem em questão. Primeiramente o *Paspalum notatum*, pois
23 a sua maior ou menor presença representa a existência de fisionomias mais homogêneas
24 (+ *P. notatum* = pastagem com um único estrato inferior) ou mais heterogêneas (- *P.*
25 *notatum* = pastagem com duplo estrato e formação de touceiras). Em segundo o

1 *Andropogon lateralis*, espécie de elevada plasticidade e principal formadora de
2 touceiras na vegetação em questão.

3 Transformando o filocrono de *P. notatum* e *A. lateralis* de tempo térmico em
4 número de dias entre a formação de duas folhas sucessivas, observa-se na Figura 7 o
5 número de dias correspondentes a este intervalo ao longo das estações de crescimento
6 de primavera e verão.



7
8 Figura 7. Estimativa do número de dias entre a formação de duas folhas sucessivas de
9 *Paspalum notatum* e *Andropogon lateralis* e do número de dias para o retorno do
10 pastejo numa mesma estação alimentar segundo ofertas de forragem de 4%, 12% ou
11 16% (em kg de MS/100 kg de peso vivo). Adaptado de Mezzalira et al. (2008).

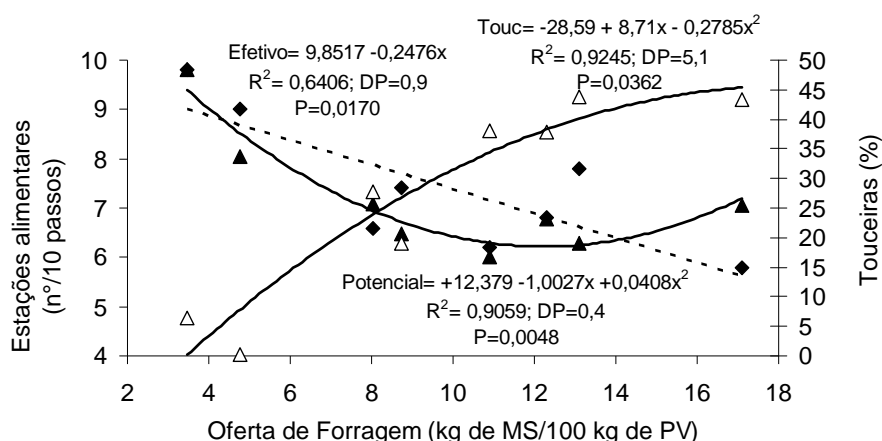
12 A partir do padrão de emissão de folhas dessas espécies, consideremos o padrão
13 de ocupação de estações alimentares pelos animais em função da oferta de forragem
14 (Mezzalira, 2009). Se assumirmos a estimativa desta frequência de visitas como
15 indicador da frequência de alocação dos bocados numa mesma área, observamos o
16 impacto potencial das diferentes intensidades de pastejo sobre as espécies em questão.
17 A lógica é que imprimindo uma frequência maior ou menor de bocados por meio de, no
18 caso, ajustes na carga animal, essa frequência possa mais se adaptar a um ou outro ritmo
19 morfogênico. Esse sincronismo entre planta e animal significaria a busca pela
20 similaridade entre o período de retorno ao perfilho pastejado e a taxa de emissão de
21 folhas, possibilitando que a planta se regenere antes de ser pastejada por duas vezes

1 consecutivas, ao mesmo tempo em que o animal encontre disponibilidade de folhas e
2 possibilidade de seleção no decorrer do pastejo.

3 O padrão de ocupação de estações alimentares de novilhas sob lotação contínua
4 com baixa oferta diária de forragem (4 kg de MS/ 100 kg de peso vivo) resulta que o
5 intervalo estimado entre duas desfolhas sucessivas seja inferior a seis dias (Mezzalira et
6 al., 2008). A fisionomia resultante é a de um pasto rapado, com tipologia funcional
7 predominante por espécies com baixo teor de MS e elevada área foliar específica (Cruz
8 et al., 2009). Já a intensidade de pastejo de moderada (12 kg de MS/ 100 kg de peso
9 vivo) se molda ao ritmo morfogênico do *P. notatum* e aumenta significativamente a
10 probabilidade do *A. lateralis* conseguir emitir folhas em locais na pastagem com menor
11 frequência de visitas. Isto gera uma pastagem com estrato inferior predominando *P.*
12 *notatum* com altura relativamente elevada, e ocorrência controlada de touceiras de *A.*
13 *lateralis* em zonas menos visitadas. Este tipo de estrutura vem produzindo os melhores
14 resultados de desempenho animal há 21 anos (Carvalho et al., 2008).

15 Já a baixa intensidade de pastejo (16 kg de MS/ 100 kg de peso vivo) significaria
16 um ritmo de desfolha bastante inferior ao da produção de folhas de *P. notatum*,
17 favorecendo espécies com características de crescimento lento e elevada duração de
18 vida da folha (Carvalho et al., 2007). Na medida em que a ocorrência de desfolha
19 diminua, a comunidade passa a ter sua dinâmica predominantemente gerenciada pela
20 competição por luz, quando *A. lateralis* adquire sucesso em sua forma de touceira.
21 Neste exemplo, pode-se verificar que o controle da intensidade de pastejo possa
22 construir uma vegetação com maior ou menor proporção de touceiras, que por sua vez
23 se traduz em pastos com maior ou menor diversidade (Soares et al., 2003).

24 O incremento na frequência de touceiras na medida em que se aumenta a oferta de
25 forragem pode ser observada na Figura 8.



1

2 Figura 8. Porcentagem de touceiras (Δ), taxa de encontro efetivo (\blacktriangle) e taxa de encontro
 3 potencial (\blacklozenge) de novilhas em pastagem nativa manejada sob ofertas de forragem
 4 (Mezzalira, 2009).

5 Os resultados apresentam também o padrão de ocupação de estações alimentares e
 6 a concomitante frequência de touceiras. Mezzalira (2009) observou que, inicialmente, o
 7 número de estações alimentares visitadas é similar ao número de estações potenciais
 8 quando em situação de baixa oferta de forragem. Em tais condições, praticamente
 9 inexistem estações rejeitadas durante o pastejo e, portanto, a seletividade é praticamente
 10 igual a zero. Com o aumento da oferta de forragem, o número de estações alimentares
 11 visitadas decresce em relação ao número de estações potencialmente disponíveis
 12 (aumento da seletividade). A diferença entre o número de estações visitadas e o número
 13 de estações alimentares potenciais reflete o processo de seleção e escolha das melhores
 14 estações alimentares (Mezzalira, 2009). Nota-se um incremento neste processo (área
 15 entre as duas linhas decrescentes) até a oferta de 10%, momento este que os pastos
 16 atingem 6 cm de altura e as touceiras ultrapassam a frequência de 30%. A partir de
 17 então, ocorre uma inversão no processo (até seletividade=0 em 14% de oferta) e a partir
 18 de 14% ocorre ocupação de maior número de estações que a média disponível, com a
 19 frequência de touceiras atingindo valores próximos a 50% (Mezzalira, 2009).

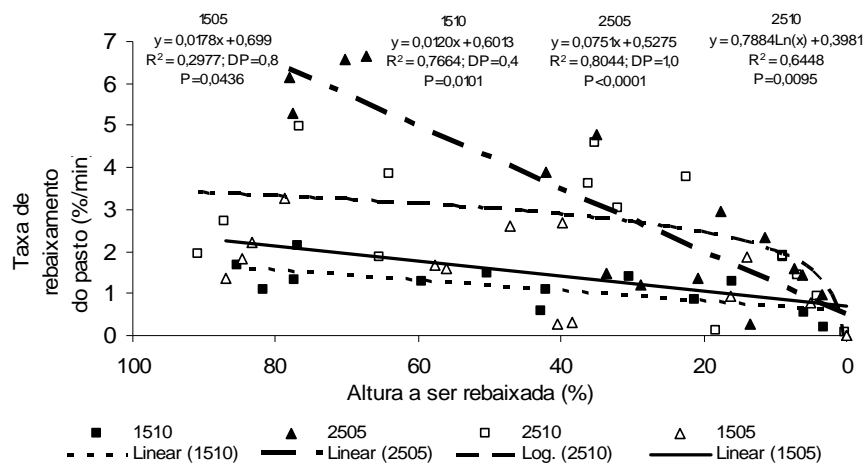
1 Carvalho et al. (2009b) demonstram que não somente a frequência das touceiras é
2 influenciada pela intensidade de pastejo, mas também sua estrutura espacial. A distância
3 média entre touceiras diminui, e a circunferência média ocupada pelas mesmas
4 aumenta, quanto maior a massa de forragem do estrato inferior (o que ocorre nas
5 maiores ofertas de forragem). Os autores verificaram uma correlação positiva entre
6 altura das touceiras e a altura do estrato inferior. Na maior altura do estrato inferior
7 observou-se que mais de 80% das touceiras apresentavam-se com pouco ou nenhum
8 grau de desfolha, enquanto que na menor altura em torno de 50% das touceiras
9 apresentavam grau de desfolha intermediário.

10 Como mencionado por Derner et al. (2009), variações na estrutura da vegetação
11 podem não ocorrer em escalas espaço-temporais apropriadas para objetivos
12 conservacionistas. Os dados de Mezzalira et al. (2008) e Mezzalira (2009) ilustram
13 como nós podemos influenciar a fisionomia da vegetação pela determinação das
14 frequências potenciais de bocados num determinado sítio, no intuito de criar estruturas
15 com diferentes frequências e distribuições de estratos inferiores e superiores. Para tomar
16 apenas uma ilustração, a quantidade e a diversidade de aves são influenciadas pela
17 heterogeneidade (Derner et al., 2009), sendo menos abundantes quando a intensidade de
18 pastejo reduz a variabilidade na estrutura da vegetação (Batáry et al., 2007). Portanto,
19 pela manipulação indireta da frequência de ocorrência de bocados nos sítios de pastejo
20 podemos criar estruturas para diferentes tipos e quantidades de aves. Este exemplo
21 simplista demonstra como podemos impactar a qualidade do ambiente pastoril pelo
22 manejo dos animais. Esta mesma lógica pode ser esperada em relação a muitos outros
23 serviços ecossistêmicos. Por conseguinte, o ambiente pastoril é algo que deva ser
24 construído e conservado. No que diz respeito a construção de estruturas de vegetação, o
25 manejo do pastejo é, sem dúvida, um elemento crucial no sistema.

1 **Construindo estruturas de pastos para alocar bocados de precisão**

2 Vários estudos confirmam a importância da altura do pasto na determinação das
3 dimensões do bocado, em particular sua influência sobre a profundidade do bocado
4 (Wade, 1986, Carvalho, 1987, Laca et al., 1992, Hodgson et al. 1994, Dittrich et al.,
5 2008, Gonçalves et al., 2009b). Em outras palavras, a estrutura do pasto afeta a ingestão
6 desde o seu menor nível de resolução, o bocado. Carvalho et al. (2008) têm
7 argumentado que o manejo de pastagens deva significar a criação de estruturas que
8 otimizem as relações planta-animal desenvolvidas há milhares de anos. Neste sentido, a
9 construção de estruturas de pasto para alocação precisa de bocados pode ser vista como
10 uma das aplicações do pastoreio de precisão, na medida em que signifique metas de
11 estrutura que devam ser precisamente moldadas pelos bocados. Esse conceito será
12 exemplificado por meio de protocolos que envolvem pastoreio com lotação rotativa e
13 controle de estruturas de entrada e de saída dos animais.

14 Amaral (2009) investigou o processo de ingestão de vacas leiteiras ao longo do
15 rebaixamento de pastos de azevém anual sob combinações de duas alturas pré-pastejo
16 (15 e 25 cm) e duas alturas pós-pastejo (5 e 10 cm). Consideremos que, para o contexto
17 do pastoreio de precisão, a definição de uma camada a ser extraída do pasto, ao longo
18 de um período de ocupação, seja o equivalente a alocação precisa de bocados no espaço.
19 E que após a saída dos animais, o período de descanso seja o equivalente a definição de
20 uma escala temporal entre bocados. A maneira como o animal pasteja durante o período
21 de ocupação é função da estrutura definida para a entrada e a saída dos animais, ou em
22 outras palavras, do estrato do dossel a ser extraído (Figura 9).



1

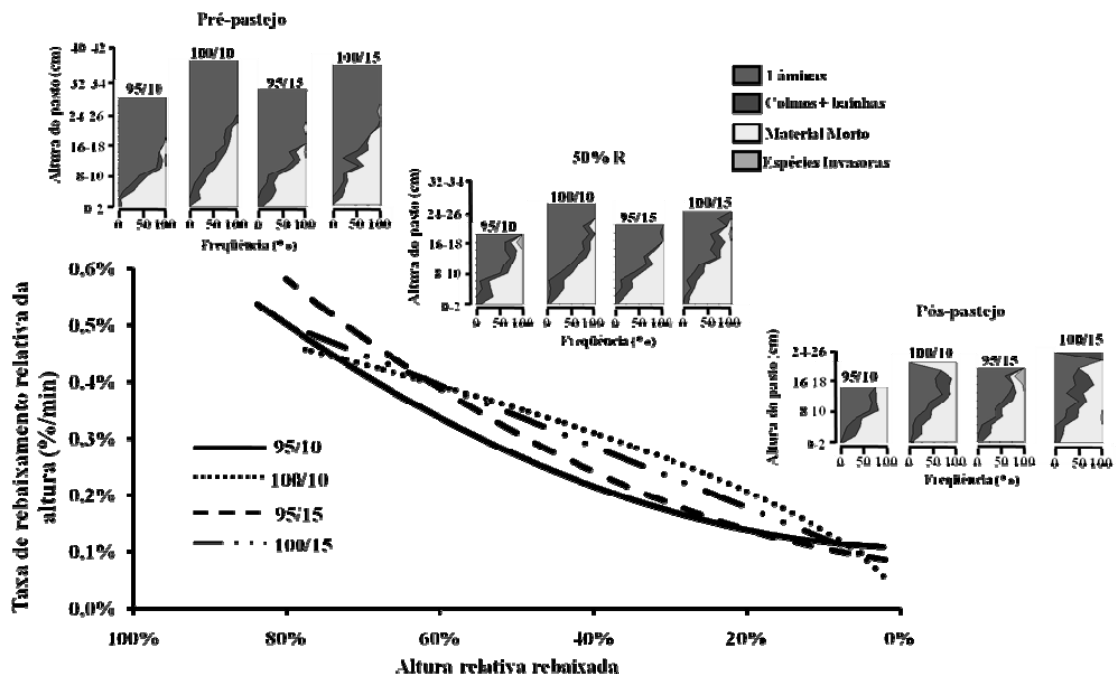
2 Figura 9. Taxa de rebaixamento do pasto (%/minuto) em função da altura a ser
 3 rebaixada ao longo do período de ocupação de uma pastagem de azevém; tratamentos
 4 15-05 (△);15-10 (■);25-05 (▲) e 25-10 (□). (Amaral, 2009).

5 No início do período de ocupação, os animais encontram maior proporção de
 6 material preferencialmente removível (folhas). Com a redução da altura do pasto (mais
 7 que 40% da altura inicial), a taxa de remoção diminui devido à menor quantidade de
 8 material preferido e aumento da presença de colmos e bainhas no horizonte de pastejo,
 9 estruturas essas limitantes da profundidade do bocado (Carvalho et al., 2008). Em outras
 10 palavras, a redução significativa da taxa de rebaixamento indica que o animal pasteja
 11 uma segunda camada da estrutura oferecida, onde a redução da taxa equivale à perda de
 12 interesse do animal no pastejo.

13 Em experimento análogo, Trindade et al. (2009) reportaram que estruturas com
 14 elevada altura de entrada, que signifiquem a presença de colmos em posições elevadas
 15 do dossel, dificulta o alcance de metas de estrutura para o pós-pastejo, pois os animais
 16 se recusam a pastejar a partir de “uma certa estrutura”. Pastos de braquiária, cujo ponto
 17 de entrada se define por quando o dossel atinja 95% de interceptação luminosa,
 18 apresentam maior proporção de folhas no dossel a ser rebaixado. A exemplo do
 19 constatado por Amaral (2009), os autores observaram elevada taxa de rebaixamento no

1 início do pastejo, que diminui acentuadamente até os 40-50% da altura a ser rebaixada,
 2 a partir do qual a taxa se mantém mais ou menos constante até o final do rebaixamento.

3 Os resultados acima sugerem como os animais interpretam as modificações da
 4 estrutura. No caso de perfis de pasto oferecidos em pastejo com lotação rotativa, ao
 5 longo do período de ocupação ocorrem modificações significativas na abundância e
 6 proporção dos diferentes componentes morfológicos. A estrutura e a forma como a
 7 forragem é oferecida ao animal se modificam de forma rápida e incomparável a uma
 8 situação de lotação contínua, e obviamente dependem das estruturas pré e pós-pastejo
 9 definidas como meta (Figura 10).



10

11 Figura 10. Taxa de rebaixamento do pasto (%/minuto) e composição morfológica da
 12 estrutura do pasto em função da altura a ser rebaixada ao longo do período de ocupação
 13 de uma pastagem de capim Marandú. Os tratamentos referem-se a estruturas de entrada
 14 e de saída controladas por níveis de interceptação luminosa e alturas do pasto,
 15 respectivamente. (Modificado de Trindade et al., 2009).

16 Ainda com relação a estrutura de entrada, embora haja uma relação direta e
 17 positiva entre a altura e a massa do bocado pelo impacto que a profundidade do bocado
 18 tem sobre as dimensões do bocado, há uma altura ótima a se ter como meta. Ainda que

1 se possam ter incrementos de massas do bocado em alturas muito elevadas, o aumento
2 no custo temporal em realizá-lo acaba por penalizar a taxa de ingestão (Carvalho et al.,
3 2001b; Silva et al., 2007; Gonçalves et al., 2009b). Isto ocorre porque o tempo para
4 formação do bocado aumenta em virtude da necessidade, cada vez maior, de
5 movimentos manipulativos que os animais são obrigados a realizar, no intuito de
6 trazerem a forragem dispersa no espaço até o momento da deglutição (Carvalho et al.,
7 2001a).

8 No caso das alturas de saída, é comum que a estratégia de manejo em lotação
9 rotativa priorize a eficiência de colheita de forragem o que, em última análise, significa
10 estruturas de pós-pastejo baixas e com pouca ou quase nenhuma folha. Nessas
11 condições, onde se force o animal a pastejar estratos com predominância de colmos e de
12 material senescente, é comum que se observe um aumento nos intervalos intra-refeição
13 (Amaral, 2009), diminuição do tempo em alimentação (Ribeiro Filho, 2003) e
14 diminuição da taxa de bocados (Trindade et al., 2009). Portanto, tão importante quanto
15 o ponto de entrada é o momento de saída dos animais na rotação.

16 A complexidade das alturas de entrada e de saída, aqui apresentadas dentro do
17 contexto da pecuária de precisão, não envolve a resposta do pasto e a dinâmica da
18 interceptação luminosa e da dinâmica populacional de perfilhos da pastagem, o que
19 tornaria ainda mais complexa a discussão. De forma simplista, as estruturas de entrada
20 enfocando ambos o animal (consumo) e o pasto (crescimento) têm convergido para
21 estruturas ótimas similares (Silva & Carvalho, 2005). Não obstante, a estrutura de saída
22 ainda está muito pouco trabalhada.

23 Os impactos da altura de entrada e de saída nesses exemplos ilustram a
24 importância dos conceitos de “construção de estruturas de pasto” e da “alocação espaço-
25 temporal dos bocados” na gestão dos ambientes pastoris. O enfoque da pecuária de

1 precisão, nesse contexto, pode assumir inúmeras aplicações. Importante é concluir que
2 quanto mais assumirmos a responsabilidade de “determinar” quando e onde quais
3 tecidos vegetais serão colhidos pelos animais, maiores os custos de eventuais erros no
4 manejo dos ambientes pastoris. Estamos preparados para tal responsabilidade?

5 **Considerações finais**

6 Informações sobre o comportamento animal e sua localização podem ser
7 utilizadas para delimitar locais ou ambientes a serem utilizados pelos animais, e
8 equilibrá-los em função de suas necessidades. Para tanto, a pecuária de precisão
9 necessita considerar a dinâmica do processo de pastejo em sua escala mínima, o bocado.
10 Uma vez que o papel dos herbívoros domésticos não seja mais a simples colheita de
11 tecidos vegetais e sua conversão em produto animal, pois a eles são exigidos
12 compromissos com serviços ecossistêmicos, origina-se o papel do ruminante como
13 engenheiro ambiental. Esta multi-funcionalidade, requerida para as pastagens, postula
14 novos paradigmas e ferramentas para responder aos recentes questionamentos desta
15 sociedade em transformação. Eis o potencial da pecuária de precisão. Finalizamos
16 afirmando que este trabalho não teve a pretensão de tratar o assunto de forma extensiva,
17 mas sim estimular a reflexão de como tem sido conduzida a ciência do pastejo até o
18 momento, e como pode vir a ser a partir das ferramentas tecnológicas que começam a
19 estar a nossa disposição. Tememos que a pecuária de precisão se transforme em nova
20 ferramenta para um velho e mau hábito antrópico, o de controlar para restringir, o de
21 simplificar para não precisar entender, enfim, o de desconsiderar a necessidade de
22 mimetizar padrões e processos naturais nos sistemas de produção. Por outro lado,
23 acreditamos estar em face de ferramentas e oportunidades sem precedentes para
24 aprender com os animais e poder otimizar processos capitais da interface planta-animal.
25 Cabe a nós decidir por qual caminho iremos trilhar.

1

Agradecimentos

2

Os autores agradecem a Carolina Bremm, Davi Teixeira dos Santos, Lidiane

3

Fonseca e Reuben Mark Sulc pelos aportes e melhorias ao texto, bem como ao CNPq

4

pelas bolsas e ao Projeto CAPES/SPU - CAPG/BA 036/07.

5

Literatura Citada

6

AMARAL, M.F. **Estrutura do pasto como determinante do consumo de matéria seca por vacas leiteiras em diferentes tipos de pastagens**. Dissertação (Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2009 (submet.).

7

8

ANDERSON, D.M. Virtual fencing –past, present and future. **The Rangeland Journal**, v.29, p.65-78, 2007.

9

10

BATÁRY, P.; BÁLDI, A.; ERDÖS, S. Grassland versus non-grassland bird abundance and diversity in managed grasslands: local, landscape and regional scale effects. **Biodiversity Conservation**, v.16, p.871–881, 2007.

11

12

BAILEY, D.W. Identification and creation of optimum habitat conditions for livestock. **Rangeland Ecology and Management**, v.58, p.109-118, 2005.

13

14

BISHOP-HURLEY, G.J.; SWAIN, D.L.; ANDERSON, D.M. Virtual fencing applications: Implementing and testing an automated cattle control system. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.56, p.14-22, 2007.

15

16

BREHME, U.; STOLLBERG, U.; HOLZ, R. et al. ALT pedometer – New sensor-aided measurement system for improvement in oestrus detection. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.62, p.73-80. 2008.

17

18

BRISKE, D.D.; DERNER, J.D.; BROWN JR. et al. Rotational grazing on rangelands: reconciliation of perception and experimental evidence. **Rangeland Ecology and Management**, v.61, p.3–17, 2008.

19

20

CARVALHO, P.C.F. **Relações entre a estrutura da pastagem e o processo de pastejo com ovinos**. Jaboticabal.1997. 150f. Tese de Doutorado. UNESP.

21

22

CARVALHO, P.C.F. O manejo da pastagem como gerador de ambientes pastoris adequados à produção animal. In: PEDREIRA, C.G.S.; MOURA, J.C.; SILVA, S.C. et al. (Eds.). **Teoria e Prática da Produção Animal em Pastagens**. Piracicaba. 2005. p.7-32.

23

24

CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo In: **A Produção Animal na Visão dos Brasileiros**.1 ed.Piracicaba: FEALQ, 2001a, p. 853-871.

25

26

CARVALHO, P.C.F.; MARÇAL, G.K.; RIBEIRO FILHO, H.M.N. et al. Pastagens altas podem limitar o consumo dos animais In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, Piracicaba-SP. XXXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Piracicaba-SP: FEALQ, 2001b. **Anais...** v.38. p.265–266

27

28

CARVALHO, P.C.F.; GONÇALVES, E.N.; POLI, C.H.E.C. et al. Ecologia do Pastejo In: **Manejo Estratégico da Pastagem** ed.Viçosa : Editora da UFV, 2006, p.43-72.

29

30

CARVALHO, P.C.F.; KOZLOSKI, G.V.; RIBEIRO FILHO, H.M.N. et al. Avanços metodológicos na determinação do consumo por ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.151-170, 2007.

31

32

33

34

35

36

37

38

39

- 1 CARVALHO, P.C.F.; GONDA, H.L.; WADE, M.H., et al. Características estruturais
2 do pasto e o consumo de forragem: o quê pastar, quanto pastar e como se mover
3 para encontrar o pasto In: **Manejo estratégico da Pastagem**. ed.Viçosa : UFV,
4 2008, v.1, p.101-130.
- 5 CARVALHO, P.C.F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A. et al. Managing grazing animals
6 to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems.
7 **Nutrient Cycling in Agroecosystems** (2009a – submet.).
- 8 CARVALHO, P.C.F.; MEZZALIRA, J.C.; FONSECA, L. et al. Do bocado ao sítio de
9 pastejo: manejo em 3D para compatibilizar a estrutura do pasto e o processo de
10 pastejo. VII SIMPOSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGEM, **Anais...** 2009b
11 (no prelo)
- 12 CRUZ, P.; QUADROS, F.L.F.; THEAU, J.P. et al. Leaf traits as functional descriptors
13 of the intensity of continuous grazing in native grasslands in the south of Brazil.
14 **Rangeland Ecology & Management**, 2009 (no prelo).
- 15 DERNER, J.D.; LAUENROTH W.K.; STAPP, P. Livestock as ecosystem engineers for
16 grassland bird habitat in the Western Great Plains of North America. **Rangeland
17 Ecology and Management**, v.62, p.111–118, 2009.
- 18 DITTRICH, J.R.; CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A. et al. Comportamento ingestivo
19 de equinos em pastejo sobre diferentes dosséis. **Ciência Animal**, v.8, p.87-94, 2007.
- 20 EDWARDS, G.E.; PARSONS, A.J.; BRYANT, R.H. Manipulating dietary preference
21 to improve animal performance. **Australian Journal of Experimental Agriculture**,
22 v.48, p.773-779, 2008.
- 23 GALLI, J.; CANGIANO, C.; DEMMENT, M. et al. Acoustic monitoring of chewing
24 and intake of fresh and dry forages in steers. **Animal Feed Science and Technology**
25 v.128, p.14–30, 2006.
- 26 GONÇALVES, E.N.; CARVALHO, P.C.F.; DEVINCENZI, T. et al. Relações planta-
27 animal em ambiente pastoril heterogêneo: padrões de deslocamento e uso de
28 estações alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2009a (no prelo).
- 29 GONÇALVES, E.N.; CARVALHO, P.C.F.; KUNRATH, T.R. et al. Relações planta-
30 animal em ambiente pastoril heterogêneo: processo de ingestão de forragem.
31 **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2009b (no prelo).
- 32 HACKER, R.B.; THOMPSON, T.J.; MURRAY, W.K. et al. Precision pastoralism-
33 advanced systems for management and integration of livestock and forage resources
34 in the semi-arid rangelands in south easter Australia. In: **Multifunctional
35 Grasslands and Rangelands in a Changing World**. ed.Beijing : Guangdong
36 People's Publishing House, 2008, v.1, p.428-431.
- 37 HERVIEU, B. Multi-functionality: a conceptual framework for a new organization of
38 research and development on grasslands and livestock systems. In: Durand, J. L. et
39 al. (Eds.): **Multi-function grasslands: quality forages, animal products and
40 landscapes**. v.7. Grassland Science in Europe. p.1- 4. 2002.
- 41 HODGSON, J.; CLARK, D.A.; MITCHELL, R.J. Foraging behavior in grazing animals
42 and its impact on plant communities. In: FAHEY, G.C. (Ed.). **Forage quality,
43 evaluation and utilization**. National Conference on Forage Quality, Lincon:
44 American Society of Agronomy. 1994. p.796-827.
- 45 LACA, E.A. Pastoreo de precisión. In: **Bioma Campos: Innovando para Mantener su
46 Sustentabilidad y Competitividad** ed. Montevideo:Tradinco, 2008, v.1, p.29-40.
- 47 LACA, E.A. Precision livestock production: tools and concepts. **Revista Brasileira de
48 Zootecnia**, 2009a (no prelo).
- 49 LACA, E.A. Running head: New tools for grazing management. **Rangeland Ecology
50 and Management**, 2009b (no prelo).

- 1 LACA, E.A.; WALLIS DE VRIES, M.F. Acoustic measurement of intake and grazing
2 behaviour of cattle. **Grass and Forage Science**, v.55, p.97-104, 2000.
- 3 LACA, E.A.; UNGAR, E.D.; SELIGMAN, N.G. et al. Effects of sward height and bulk
4 density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. **Grass and**
5 **Forage Science**, v.47, p.91-102, 1992.
- 6 LEMAIRE, G.; BENOIT, M.; VERTÈS, F. Rechercher de nouvelles organisations à
7 l'échelle d'un territoire pour concilier autonomie protéique et préservation de
8 l'environnement. **Fourrages**, v.175, p.303-318, 2003.
- 9 MEZZALIRA, J.C.; NABINGER, C.; BREMM, C. et al. Filocrono de *Paspalum*
10 *notatum* em função de diferentes ofertas de forragem em pastagem natural do sul do
11 Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO
12 CONE SUL – GRUPO CAMPOS, 2008, Minas. **Anais...** Minas, [2008]. (CD-
13 ROM).
- 14 MEZZALIRA, J.C. **O manejo do pastejo em ambientes pastoris heterogêneos:**
15 **comportamento ingestivo e produção animal em distintas ofertas de forragem.**
16 2009. 159f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de
17 Agronomia/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- 18 MILONEA, D.H.; RUFINERA, H.L.; GALLI, J.R. et al. Computational method for
19 segmentation and classification of ingestive sounds in sheep. **Computers and**
20 **Electronics in Agriculture**, v.65, p.228–237, 2009.
- 21 PASCOA, A.G., COSTA, M.P. Aplicação dos sistemas de informação geográfica para
22 definição de estratégias de manejo de bovinos em pastagens. **Revista Brasileira de**
23 **Zootecnia**, v.36, p.45-51, 2007.
- 24 PENNING, P.D. Animal-based techniques for estimating herbage intake. In:
25 PENNING, P.D. (Ed.). *Herbage Intake Handbook*. 2ed. Reading: The British
26 Grassland Society, 2ed. 2004. p.53-94.
- 27 RIBEIRO FILHO, H.M.N. **Nutrição de vacas leiteiras em pastagens de azevém**
28 **perene: avaliação da introdução do trevo branco em função do manejo adotado**
29 **no pastejo**. 145f. 2003. Tese (Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do
30 Sul.
- 31 RUTTER, S.M. The integration of GPS, vegetation mapping and GIS in ecological and
32 behavioural studies **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.63-70, 2007
- 33 PALHANO, A.L.; CARVALHO, P.C.F.; DITTRICH, J.R. et al. Características do
34 processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagens de capim-
35 mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1014-1021, 2007.
- 36 SILVA, S.C.; CARVALHO, P.C.F. Foraging behaviour and herbage intake in the
37 favourable tropics/subtropics. In: **Grassland: a global resource**. 1 ed. Wageningen:
38 Wageningen Academic Publishers, 2005. p.81-96.
- 39 SOARES, A.B.; CARVALHO, P.C.F.; GARCIA, E. et al. Herbage allowance and
40 species diversity on native pasture. **African Journal of Range and Forage Science**.
41 v.20. p.134-134, 2003.
- 42 TRINDADE, J.K.; SILVA, S.C.; CARVALHO, P.C.F. et al. Patterns of defoliation and
43 selectivity of beef cattle during grazing of marandu palisadegrass subjected to
44 strategies of rotational stocking. **Grass and Forage Science** (2009 – submet.)
- 45 UNGAR, E.D.; RUTTER, S.M. Classifying cattle jaw movements: comparing IGER
46 Behaviour Recorder and acoustic techniques. **Applied Animal Behaviour Science**,
47 v.98, p.11-27, 2006.
- 48 WADE, M.H. **Factors affecting the availability of vegetative *Lolium perenne* to**
49 **grazing dairy cows with special reference to sward characteristics, stocking**

- 1 **rate and grazing method.** Rennes, 1991. 70p. Thèse (Docteur en Sciences
- 2 Biologiques)-U.F.R. Sciences de la vie et de l'environnement, Université de Rennes.