

## **A estrutura do pasto como conceito de manejo: reflexos sobre o consumo e a produtividade**

Paulo César de Faccio Carvalho<sup>1</sup>, Teresa Cristina Moraes Genro<sup>2</sup>, Edna Nunes Gonçalves<sup>3</sup> e René Baumont<sup>4</sup>

### **Introdução**

Ao contrário de sistemas de “alimentação a cocho”, a busca por nutrientes por parte dos herbívoros domésticos em situação de pastejo guarda desafios singulares (Carvalho et al., 1999). Enquanto os alimentos fornecidos no cocho são, de forma geral, balanceados e com concentração de nutrientes estável, a qualidade da forragem em pastejo está em contínua mudança, fruto da dinâmica de crescimento e senescência dos componentes morfológicos do pasto (folhas, hastes, etc.), bem como de sua composição química e fenologia. Além disso, os nutrientes fornecidos a cocho se encontram numa concentração dezenas de vezes superior àquela que se encontra no pasto, e são consumidos, portanto, numa velocidade muito maior. O resultado disso é que, para o animal, é muito mais simples e eficiente colher nutrientes no cocho do que no pasto. Consequentemente, se esse sistema de alimentação fosse tão barato quanto o sistema a pasto, não haveria debates quanto à recomendação do melhor sistema de produção para ruminantes. No entanto, o custo da alimentação a cocho é bem mais elevado, sem contar com a “imagem” de sistema de produção sem apelo ecologicamente correto (vide Carvalho, 2005).

Sem querer discutir os méritos de cada sistema de produção, e sem querer entrar em um debate sem fim de qual o melhor sistema, quer-se ilustrar apenas que o fornecimento, via pasto, dos nutrientes de que os animais necessitam, é bem mais complexo e que, portanto, requer conhecimentos outros para se atingir objetivos de elevada produção animal. Neste sentido, nos

---

<sup>1</sup> Professor Adjunto do Depto. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia - UFRGS – paulocfc@ufrgs.br

<sup>2</sup> Pesquisadora da Embrapa Pecuária Sul - CPPSUL

<sup>3</sup> Doutoranda do CPG Zootecnia da UFRGS

<sup>4</sup> Pesquisador do INRA – Centro de Theix

auxilia muito pensarmos os sistemas de alimentação a cocho e o a pasto como sistemas em que apenas “apresentamos”, aos animais, os nutrientes de forma diferente. De forma geral, os principais nutrientes fornecidos em dieta total também estão presentes na pastagem, porém, dispersos em toneladas de matéria seca. O desafio para o animal é como colhê-los numa fração de tempo restrita pelo ritmo circadiano e pela competição com o tempo necessário para execução de outras atividades (ruminação, descanso, socialização, etc.).

O manejo do pastejo é, portanto, a arte de criar ambientes pastoris adequados à obtenção dos nutrientes requeridos. Neste sentido, a estrutura do pasto que oferecemos aos animais é de fundamental importância, pois determina o grau de facilidade dos animais em ingerir alimento. Com isso, se introduz o conceito de apreensibilidade ou ingestibilidade de forragem, atributo do pasto que afeta a velocidade de aquisição de nutrientes pelos animais em pastejo, parâmetro esse que consideramos de importância capital no manejo do pasto.

O objetivo deste trabalho é o de se apresentar o impacto que a estrutura do pasto tem sobre a facilidade e a velocidade de ingestão de forragem. Pretende-se discutir as particularidades do processo de pastejo iniciando-se por uma breve consideração sobre o controle do consumo de forragem, seguindo pela apresentação da velocidade de ingestão como conceito de manejo para, finalmente, demonstrar como a estrutura do pasto afeta a velocidade de ingestão, concluindo-se como devemos proceder para criar ambientes pastoris que potencializem o processo de ingestão.

### **O controle do consumo: particularidades da situação de pastejo**

O controle do consumo vem sendo debatido há muito tempo e frequentemente é considerado como a grande “caixa preta” do conhecimento necessário ao embasamento dos sistemas de produção de ruminantes. Inúmeros fatores o afetam, com maior ou menor relevância, destacando-se, em situação de pastejo, cinco classes de fatores associados: ao animal, à pastagem, ao manejo do pasto, à suplementação e aos fatores ambientais (Delagarde & O'Donovan, 2005). Sua importância reside na relação direta e positiva existente entre o consumo e a magnitude da produção animal, o que

resulta em que o rendimento dos sistemas de produção seja função direta do nível de consumo de nutrientes pelos animais.

Apesar de enorme esforço por parte da comunidade científica (vide Kyriazakis, 2003), os avanços, no sentido de se obter predições robustas de variações de consumo, em diferentes sistemas de alimentação, são limitados, para dizer o mínimo. Pittroff & Kothmann (1999) ilustram o tamanho do desafio em relação a esse tema, bem como a resignação frente ao que se conhece até o momento: “o controle do consumo em ruminantes é um processo extremamente complexo que envolve múltiplos mecanismos que são muito pouco conhecidos”.

A hipótese clássica na literatura é aquela na qual o consumo de forragem seria controlado pela capacidade do trato digestivo quando do consumo de forragens de baixa digestibilidade, e pelo *feedback* dos metabólitos dos nutrientes absorvidos em forragens de alta digestibilidade, o que a nutrição de ruminantes convencionou chamar de mecanismos físicos e quimiostáticos ou fisiológicos (Figura 1).

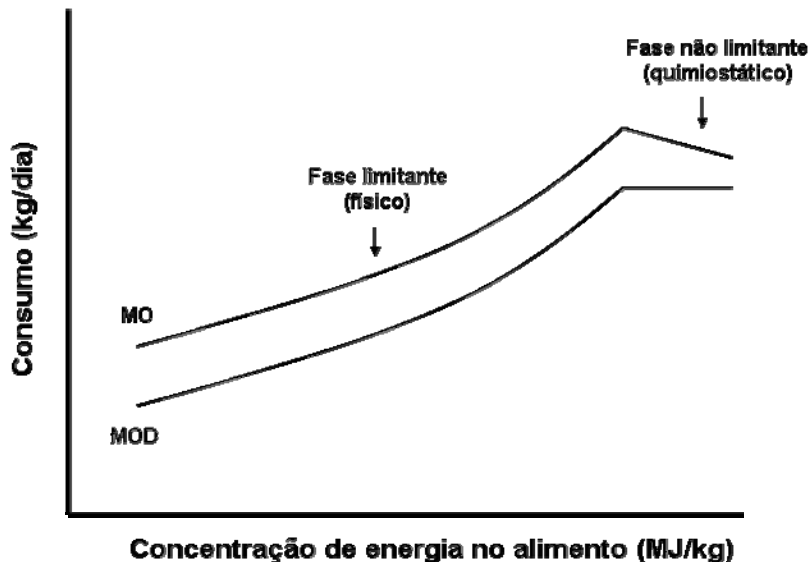


Figura 1. O consumo segundo a hipótese do controle da ingestão em duas fases. MO e MOD referem-se à matéria orgânica e matéria orgânica digestível, respectivamente. No modelo teórico, um alimento rico em energia é progressivamente diluído com um material que aumenta a sua capacidade em preencher o rúmen. Modificado de Kyriazakis (2003).

Na fase não limitante, a redução da concentração de energia do alimento provocaria um aumento do consumo e os animais manteriam a mesma taxa de consumo de energia. Abaixo desse ponto, os animais teriam o nível de consumo determinado pela sua capacidade digestiva e pela taxa com que o alimento digerido deixa o rúmen, e o consumo diminuiria à medida que se atingisse a capacidade do trato gastro-intestinal (Kyriazakis, 2003).

Este modelo adquiriu notoriedade pela sua “lógica simplista”, particularmente a partir do trabalho de Conrad et al. (1964). No entanto, ele tem sido alvo de críticas recentes, onde se destaca a de Pittroff & Kothmann (1999), segundo a qual os sérios erros estatísticos na análise do experimento de Conrad et al. (1964) comprometem todo o seu resultado, o qual indica o teor de 66 % de digestibilidade como a fronteira que separa o funcionamento dos mecanismos físicos e quimiostáticos. Mais do que discutir o modelo de forma profunda (para isso o leitor é referido a Pittroff & Kothmann, 1999), é importante ressaltar que esta teoria domina a literatura atual. Ela foi aplicada nos sistemas de alimentação a pasto, apesar do regime de alimentação a cocho, no qual se tentou comprovar a existência de limitação física, diferir fundamentalmente daquele observado a pasto, mais especificamente quanto à relação tempo de acesso ao alimento e concentração física da matéria seca. Na medida em que a digestibilidade medida no pasto, particularmente das gramíneas tropicais, indicava níveis de digestibilidade inferiores àqueles definidos por Conrad et al. (1964) para a ocorrência do controle quimiostático, convencionou-se afirmar que o consumo em pastos tropicais seria limitado pela capacidade do trato gastro-intestinal, e que o baixo desempenho animal observado nessas pastagens seria decorrência da baixa qualidade dessas forragens. Carvalho et al. (2001) alegaram que a estrutura do pasto teria efeito muitas vezes preponderante na definição do consumo em pastejo, e Silva & Carvalho (2005) argumentaram que os elevados índices de desempenho animal, obtidos na pesquisa recente em pastagens tropicais, revelam o quanto o desconhecimento do adequado manejo da estrutura desses pastos compromete a produção animal nessas pastagens, e que finalmente os pastos tropicais sofrem de um preconceito, se não totalmente incorreto, pelo menos superestimado.

Portanto, a situação de pastejo se mostra singular. Várias revisões de literatura envolvendo os fatores que controlam o consumo voluntário nos

ruminantes em pastejo têm sido feitas (Allison, 1985; Poppi et al., 1987; Minson, 1990; Mertens, 1994, Van Soest, 1994; Hodgson, 2004;). Em todas elas reconhece-se a característica particular sob condições de pastejo de que, além dos mecanismos clássicos de controle do consumo (Van Soest, 1994), sob estas condições interagem outros fatores adicionais, únicos na relação planta-animal, definidos por Poppi et al. (1987) como fatores não nutricionais. Esses autores definem os fatores que controlam o consumo em pastejo a partir da relação existente entre a abundância de alimento e o consumo por animal. Esta resposta do consumo à oferta crescente de forragem seria representada por uma função curvilínea, denominada resposta funcional (Carvalho, 1997). Na fase ascendente da curva os fatores que assumiriam o controle seriam os não nutricionais, relacionados à habilidade do animal em colher o pasto. Na fase assintótica da curva de resposta, os fatores nutricionais assumiriam o controle do consumo. Como consequência, a estrutura do pasto afetaria a fase ascendente da curva, enquanto a fase assintótica estaria relacionada à concentração de nutrientes propriamente dita. No entanto, Carvalho et al. (2001) concordam que a resposta do consumo à oferta de pasto seja representada por um modelo quadrático, mas argumentam que a estrutura do pasto pode afetar o consumo em ambas as fases.

### **Modelos de predição de consumo**

A predição do consumo voluntário de ruminantes vem sendo investigada há muito tempo, e muitos modelos de alimentação foram desenvolvidos (Ingvarsen, 1994; Forbes, 1995; Faverdin, 1995). Esforços recentes vêm sendo feitos para desenvolver e incluir tais modelos preditivos em instrumentos de apoio de decisão ou em simuladores de decisão para a alimentação animal ou para o manejo da pastagem (Freer et al., 1997; Herrero et al., 2000; Delaby et al., 2001; Cros et al., 2003; Heard et al., 2004; Delagarde et al., 2004).

A estrutura geral e a complexidade dos modelos existentes são extremamente variáveis de acordo com a escala de tempo da predição, a função biológica considerada como a determinante para a predição do consumo (metabolismo, digestão, comportamento), as possíveis ligações entre

sistemas de alimentação pré-existent e aproximações matemáticas, e a base de dados selecionada para a caracterização dessas relações.

Os modelos de predição do consumo podem ser classificados de duas formas:

### 1. Modelos Empíricos

Os modelos empíricos relacionam o consumo a diversos fatores conhecidos que o afetam, geralmente por regressões múltiplas de dados compilados da experimentação. Tal aproximação foi desenvolvida por muito tempo para pastejo de vacas leiteiras, e considerava frequentemente um número limitado de fatores. As mais completas regressões múltiplas consideram as características dos animais (frequentemente produção de leite e peso vivo), o valor nutritivo da pastagem (digestibilidade), o manejo da pastagem (disponibilidade, massa ou altura da pastagem) e alimentações suplementares (nível de concentrado) (Stockdale, 1985; Peyraud et al., 1996; Stockdale, 2000; Maher et al., 2003; Stakelum & Dillon, 2004).

A vantagem principal destes modelos é que o consumo e o desempenho podem ser preditos rapidamente de uma única equação. Entretanto, são limitados pelo tamanho e a escala da base de dados utilizada, pelos fatores experimentais medidos, e pelos fatores explicados na análise de regressão. Muitas interações entre fatores não podem ser preditas e a exatidão das predições é limitada em situações extremas, devido à aproximação matemática simples de tais modelos.

### 2. Modelos mecanísticos

Os modelos mecanísticos predizem o consumo em uma série de equações que descrevem os principais mecanismos que regulam o consumo. Podem ser derivados de muitas fontes de conhecimento e às vezes somente de conceitos teóricos.

Uma vez que os mecanismos que regulam o consumo são numerosos e podem ser investigados em escalas de tempo diferentes, a estrutura destes modelos é muito variável. Alguns modelos são baseados nos processos de desfolhação da pastagem a curto prazo e nas estimativas de massa de bocado, tempo por bocado e tempo de pastejo de acordo com o dossel da pastagem (Demment & Greenwood, 1988; Woodward, 1997; Baumont et al., 2004). Outros modelos consideram que os animais pastejam sucessivamente *pools* de

diferentes qualidades na pastagem; os *pools* de melhor qualidade são selecionados antes dos de menor qualidade durante o processo de pastejo (Sibbald et al., 1979; Freer et al., 1997). Finalmente, outros consideram diretamente uma resposta integrada dos animais à estrutura da pastagem ou à disponibilidade de pasto em uma base diária (Johnson & Parsons, 1985; Herrero et al., 2000; Delaby et al., 2001; Cros et al., 2003; Heard et al., 2004; Delagarde et al., 2004).

Baumont et al. (2004) desenvolveram um modelo mecanístico para estimar a taxa de consumo que combina a arquitetura da pastagem e as decisões de alimentação dos animais, e liga estes submodelos a outro modelo que focaliza os mecanismos de controle do consumo (balanço energético, motivação para o consumo e satisfação alimentar). Para o submodelo da estrutura da pastagem os autores consideram que os animais desfolham a pastagem numa proporção da altura bastante constante (cerca de 40% da altura do perfilho estendido). Assim, a probabilidade de pastejo das camadas mais baixas da pastagem aumenta à medida que as camadas mais altas são gradualmente pastejadas (Ungar, 1998). Além disso, como a distribuição da biomassa não pode ser considerada homogênea (Delagarde et al., 2001), são utilizados dados de análises morfológicas de experimentos preexistentes (Prache et al., 1998). Também é considerado para a construção deste submodelo a massa do bocado, obtida a partir de dados de profundidade e área de bocado, e densidade da pastagem. O modelo simula as interações planta-animal de parâmetros elementares (massa de bocados, taxa de consumo, etc..) às saídas integradas (altura da pastagem, consumo diário, etc.). Assim a interação entre as características da vegetação e o estado interno do animal é explicada dinamicamente desde o nível de alguns bocados para vários dias sucessivos. A integração no mesmo modelo de fatores que controlam a massa de bocados, a taxa de consumo e o tempo de pastejo representa um progresso significativo na predição do consumo em pastejo em uma maneira mecanística, tornando o modelo uma ferramenta promissora para explorar a sensibilidade do processo de pastejo às características da pastagem (altura, densidade, valor nutritivo) e do animal (peso, requerimentos nutricionais, traços comportamentais), e às práticas de manejo (taxa de lotação, pastejo com lotação rotacionada *versus* contínua).

Os modelos mecanísticos são potencialmente adaptáveis a muitos tipos de animais, pastagens e práticas de manejo. A aproximação matemática pode ser complexa, integrando relações logarítmicas ou exponenciais, com limites assintóticos das predições para situações extremas. Finalmente, a escolha dos algoritmos ou a sucessão de equações, com o desenvolvimento de alguns cálculos iterativos, conduzem ao aumento da robustez do modelo e à predição de muitas interações entre fatores.

Exemplos de modelos mecanísticos:

Sepatou - é um modelo biofísico para vacas leiteiras desenvolvido na França para avaliar estratégias de manejo em pastejo rotativo. O submodelo animal predizendo o consumo de forragem é descrita inteiramente por Cros et al. (2003). É baseado em uma versão simplificada do *French Feed Unit System* (INRA, 1989).

Pâtur'IN - é um ferramenta de apoio de decisão (FAD) desenvolvido na França para ajudar o manejo de pastejo do rebanho leiteiro (Delaby et al., 2001). O submodelo do consumo é baseado em uma versão simplificada do *French Feed Unit System* (INRA, 1989).

Diet-Check - é um sistema de suporte de decisão simples desenvolvido na Austrália para ajudar a estimar o consumo de nutrientes para pastejo em faixas de vacas leiteiras. O modelo de consumo de forragem é descrito inteiramente por Heard et al. (2004).

GrazFeed - é um software comercialmente disponível que fornece estimativas de consumo e da produção animal em pastejo e é parte do GrazPlan, outra FAD, desenvolvido na Austrália. Os detalhes do modelo de consumo de forragem são descritos por Freer et al. (1997).

GrazIn - é um modelo para predizer o consumo de forragem e a produção de leite de vacas em pastejo, desenvolvidos como parte FAD European Grazemore (Mayne et al., 2004). O submodelo animal é descrito brevemente por Delagarde et al. (2004) e uma descrição mais profunda do modelo será publicada brevemente (Delagarde & O'Donovan, 2005).

Para compreendermos a base dos modelos apresentados, é necessário que se discuta como a estrutura do pasto afeta o consumo de animais em pastejo, distinguindo-se as diferentes escalas temporais e os diferentes mecanismos e fatores envolvidos em cada uma.

## **Consumo de forragem: um enfoque para situações de pastejo**

A resposta funcional dos ruminantes pode ser dividida didaticamente em pelo menos duas escalas temporais que auxiliam na compreensão e estudo dos fenômenos envolvidos no controle do consumo (Laca & Demment, 1992). No curto prazo, numa escala de minutos a horas de pastejo, o consumo de forragem é resultado da estrutura e acessibilidade do pasto, bem como de sua abundância e qualidade. Nesta escala, a resposta funcional é denominada taxa de consumo ou velocidade de ingestão, sendo expressa em gramas de MS ingerida por minuto de pastejo. Os principais mecanismos associados a essa escala são aqueles relacionados ao processo de colheita e de manipulação da forragem pela ação do pastejo, onde a massa do bocado é o parâmetro mais determinante da ingestão (Carvalho et al., 1999) e a estrutura do pasto atua com mais evidência (Carvalho et al., 2001).

No longo prazo, a resposta funcional é comumente denominada de consumo diário, sendo expressa em quilos de MS por dia e medido em escalas que vão de dias a semanas. O processo que controla a resposta funcional nesta escala passa a ser focalizado na digestão da forragem, onde a taxa de passagem e a capacidade gastrointestinal assumem importância, ao lado de outros parâmetros de natureza não nutricional, como a termorregulação, a necessidade de socialização, descanso e requerimentos de água, bem como de vigilância (Laca & Demment, 1992).

Obviamente, ambas as escalas não são de natureza independente, embora signifiquem processos distintos. O consumo diário é um produto da taxa de ingestão, e pode ser visto como um processo cumulativo oriundo do somatório dos bocados colhidos no pasto (Carvalho & Moraes, 2005). A origem de base dessa proposição está no trabalho de Allden & Whittaker (1970), que lançaram uma abordagem analítica para estudos em pastejo e propuseram que o consumo diário de um animal seria produto de:

$$C = MB \times NB \times TP$$

onde C é o consumo diário, MB é a massa de cada bocado, NB refere-se à frequência média dos bocados e TP seria o tempo de pastejo. A massa do bocado pode ser decomposta nos parâmetros que a compõe (área e

profundidade do bocado), associados à densidade do estrato pastejado, tal qual apresentado por Carvalho et al. (1999).

Esta proposição foi avançada por Rook (2000), onde a taxa pela qual um animal se alimenta em pastejo seria produto da massa do bocado (MB) pela taxa de bocado (TB), e o tempo de pastejo seria o produto do tempo de duração das refeições (DR) pelo número de refeições (NR) ao longo do dia:

$$C = (MB \times TB) \times (DR \times NR)$$

sendo uma refeição considerada uma seqüência ininterrupta de pastejo (Gibb, 1998).

Kyriazakis (2003) considera que, ainda que não seja totalmente explícito, o conceito atualmente dominante quanto ao controle do consumo assume que os animais procuram regulá-lo no curto prazo usando os mesmos mecanismos que operam no longo prazo e que, portanto, o controle acontece dentro das refeições e entre refeições ao longo do dia, coordenando períodos de atividade de ingestão e ruminação.

O modelo apresentado na Figura 2 supõe uma relação entre o comportamento ingestivo de curto prazo, dentro de uma refeição e entre refeições, e o consumo de longo prazo.

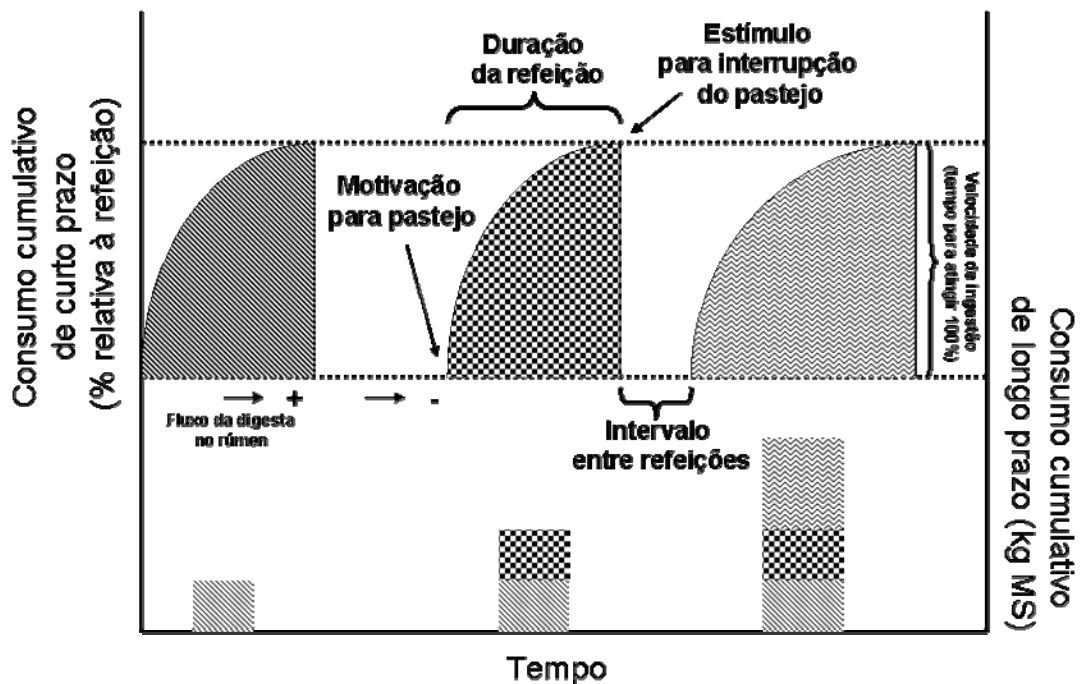


Figura 2. Modelo conceitual de como o consumo de longo prazo, em situação de pastejo, é atingido pelo somatório de ciclos de

pastejo denominados refeições, submetidos a controles de ingestão de curto prazo.

A primeira refeição do dia de um animal em pastejo, normalmente, se inicia minutos após o nascer do sol, após os animais passarem por um longo tempo de inatividade de pastejo ao longo da noite, quando o processo de ruminação domina como atividade, e o rúmen vai esvaziando a ingesta anteriormente consumida. Sempre há uma motivação para o início de uma refeição, normalmente mediado por um trato gastro-intestinal esvaziado e pelo hipotálamo que demanda saciedade (Howery et al., 1998). Há outros tipos de estímulo, do tipo troca de piquete, ou aquele que ocorre após uma ordenha, dentre outros. Uma refeição se inicia e o animal vai enchendo o rúmen na velocidade permitida por atributos do pasto (e.g., altura) que ele está pastejando. Na medida em que a refeição ocorre, o consumo cumulativo inicialmente é elevado, pois o animal está bastante estimulado, estímulo este que vai diminuindo na medida em que o animal vai se cansando, aumentando o número de intervalos intra-refeição no final da refeição (Gibb, 1998), e na medida em que os animais vão recebendo estímulos pós-ingestivos de saciedade (Crancio & Carvalho, 2005). A refeição termina com os animais tendo atingido um determinado nível de ingestão, e um intervalo inter-refeição se inicia, onde os animais ruminam o que ingeriram, descansam e promovem outras atividades (Carvalho, 1997), antes de iniciarem um novo ciclo. O consumo em longo prazo (e.g., consumo diário) em situação de pastejo é, então, um produto cumulativo da ingestão obtida em cada uma das refeições que os animais têm ao longo do dia. As características das refeições (duração, número, distribuição ao longo do dia, etc.) e a magnitude da forragem ingerida são reflexos diretos da qualidade, quantidade e estrutura do pasto que se oferece ao animal (Carvalho & Moraes, 2005).

Segundo Carvalho (2005), o número de refeições parece ser um indicador da qualidade do ambiente pastoril. Em situações de pastagens mais altas, com elevadas massas de forragem, maior o número de refeições e menor a duração de cada uma. O animal responde diretamente à estrutura do pasto, obtendo uma velocidade de ingestão elevada quando a massa de forragem é adequada, enchendo rapidamente o rúmen. Como o seu pastejo é eficiente, e como

nessas situações uma elevada seletividade lhes é permitida, os animais colhem uma dieta de elevada qualidade de uma forma muito rápida. Tem-se, então, que os animais têm ciclos rápidos de saciedade, apresentando refeições que podem durar apenas em torno de 40 minutos, chegando a 6-8 refeições ao longo do dia (Silveira, 2001). Verifica-se, na Figura 3, que o número de intervalos entre as refeições e o tempo total dos mesmos seguem uma relação linear e positiva em relação às alturas de manejo do pasto.

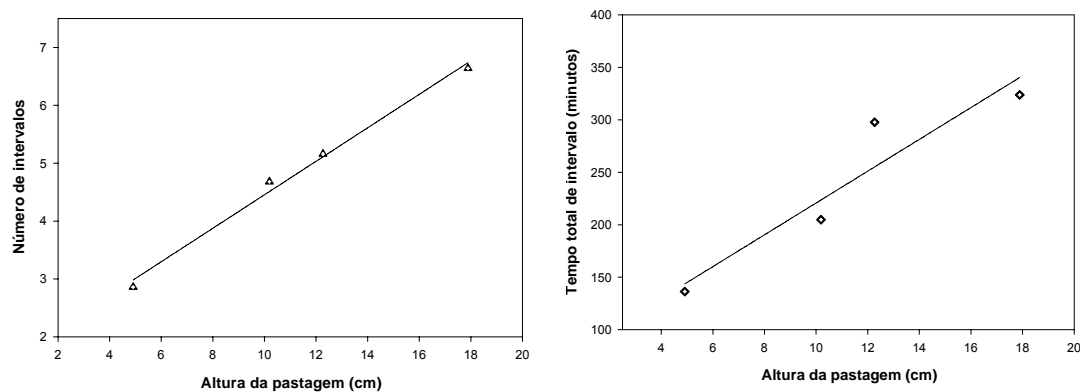


Figura 3. Características das refeições de cordeiros em pastos de azevém anual conduzidos em diferentes alturas (Silveira, 2001)

Os modelos apresentados indicam que, em pastos mais altos, onde haja abundância de forragem, maior será a quantidade dos intervalos entre as refeições e o tempo destinado para as outras atividades que não o pastejo. Cordeiros em pastagens baixas (5 cm) de azevém anual, com massas de forragem limitantes, apresentam um reduzido número de refeições (4-5) de longa duração (em torno de 120 minutos), indicando uma taxa de ingestão limitada pela estrutura do pasto e um ambiente estressante para colheita da forragem.

### **Relações entre a estrutura do pasto e o consumo de forragem: velocidade de ingestão como um conceito de manejo**

A estrutura do pasto é definida por Laca & Lemaire (2000) como sendo a distribuição e o arranjo da parte aérea das plantas que compõem a comunidade vegetal. Segundo Carvalho et al. (2001), as características estruturais do pasto são conseqüências das variáveis morfogênicas que

exprimem o crescimento das plantas (taxa de aparecimento de folhas, taxa de alongação das folhas e duração de vida da folha), resultando nas variáveis estruturais tamanho da folha, densidade de pontos de crescimento e número de folhas vivas por perfilho. Essas variáveis são importantes, para a planta, por significarem a estratégia com que elas buscam os recursos tróficos necessários ao seu pleno desenvolvimento. Do ponto de vista animal, essa estrutura da planta é importante por constituir-se na base de características estruturais paralelas que originam a composição morfológica do pasto e sua acessibilidade aos animais. De acordo com Prache & Peyraud (1997), as características associadas à planta que afetam a facilidade de coleta da forragem pelo animal são a altura do pasto, a massa de forragem presente por unidade de volume, a baixa fibrosidade das lâminas foliares, a disposição espacial dos tecidos vegetais preferidos, a presença de barreiras à desfolhação, tais como bainhas e colmos, e o seu teor de matéria seca.

Estas características do dossel irão determinar o grau de seletividade exercido pelos animais em pastejo e a eficiência com que a forragem é colhida, determinando a quantidade total de nutrientes ingeridos (Stobbs, 1973). Assim, variações no comportamento de pastejo causadas por modificações na estrutura do dossel forrageiro podem influenciar o consumo de forragem.

Em pastagens tropicais, o consumo máximo ocorre quando os animais estão em pastagens com alta densidade de folhas acessíveis ao animal (Euclides et al., 1999 e 2000; Genro, 1999; Brâncio, 2000; Gontijo Neto, 2003). Esta condição, dada a dinâmica de crescimento do pasto, dificilmente é mantida por longo período de tempo. Os resultados de Brâncio (2000) apresentados na Tabela 1 possibilitam observar o esforço do animal para maximizar a participação da fração folha na sua dieta. Mesmo em condições onde a percentagem de material morto é muito alta e a de lâminas foliares é baixa, o ruminante consegue com que mais de 80 % de sua dieta seja composta de folhas. O aumento no tempo de pastejo em decorrência da maior seletividade aumenta o desvio de energia líquida para manutenção o que, junto com a baixa qualidade nutricional, resulta em baixo desempenho animal. Todavia, caso não houvesse esse aumento na seleção de folhas, a queda no ganho poderia ser ainda maior.

Tabela 1 – Percentagem de lâmina foliar e material morto na pastagem e na dieta selecionada, consumo diário de matéria seca, comportamento ingestivo e ganho de peso médio de bovinos em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia e Mombaça em pastejo rotacionado

	Pastagem		Dieta selecionada		Consumo de forragem	Comportamento ingestivo		GDP g/dia
	Lâmina foliar (%)	Material morto (%)	Lâmina foliar (%)	Material morto (%)	Kg MS/100 kg PV/dia	Massa bocado (g)	Tempo pastejo (min/dia)	
Mês	Tanzânia							
Setembro	38,8	50,3	80,5	14,1	2,98	413	560	313
Novembro	51,9	35,9	96,5	1,4	3,85	762	528	615
	Mombaça							
Setembro	42,8	46,7	80,5	14,1	2,65	462	622	286
Novembro	50,6	36,3	96,5	1,4	3,23	975	498	646

Adaptado de Brâncio (2000)

Na Figura 4 são apresentadas as densidades dos componentes lâmina foliar, bainha + colmo e material morto no perfil de uma pastagem de capim Marandu (Genro et al., 2002), o consumo voluntário de matéria seca (MS; Genro, 1999), a taxa de degradação e o potencial de produção de gás (Genro et al., 2003) no meio da estação seca (Figura 4a), início (Figura 4b) e fim (Figura 4c) da estação das águas. Verificam-se como as modificações na estrutura do pasto ao longo do ano influenciam o consumo e a degradação do alimento.

Mesmo em manejo rotacionado, na época da seca (Figura 4a), os bovinos não conseguem alcançar níveis de consumo adequados para atender suas exigências nutricionais, pois a estrutura do pasto apresenta pouca folha e alta participação de material morto, o que é ratificado pela menor taxa de degradação e potencial de produção de gás. Situação inversa ocorre no fim das águas (Figura 4c), onde a alta proporção de folhas e uma altura maior permitem alta ingestão de MS, maiores velocidade de passagem pelo rúmen e potencial de produção de gás mais elevado.

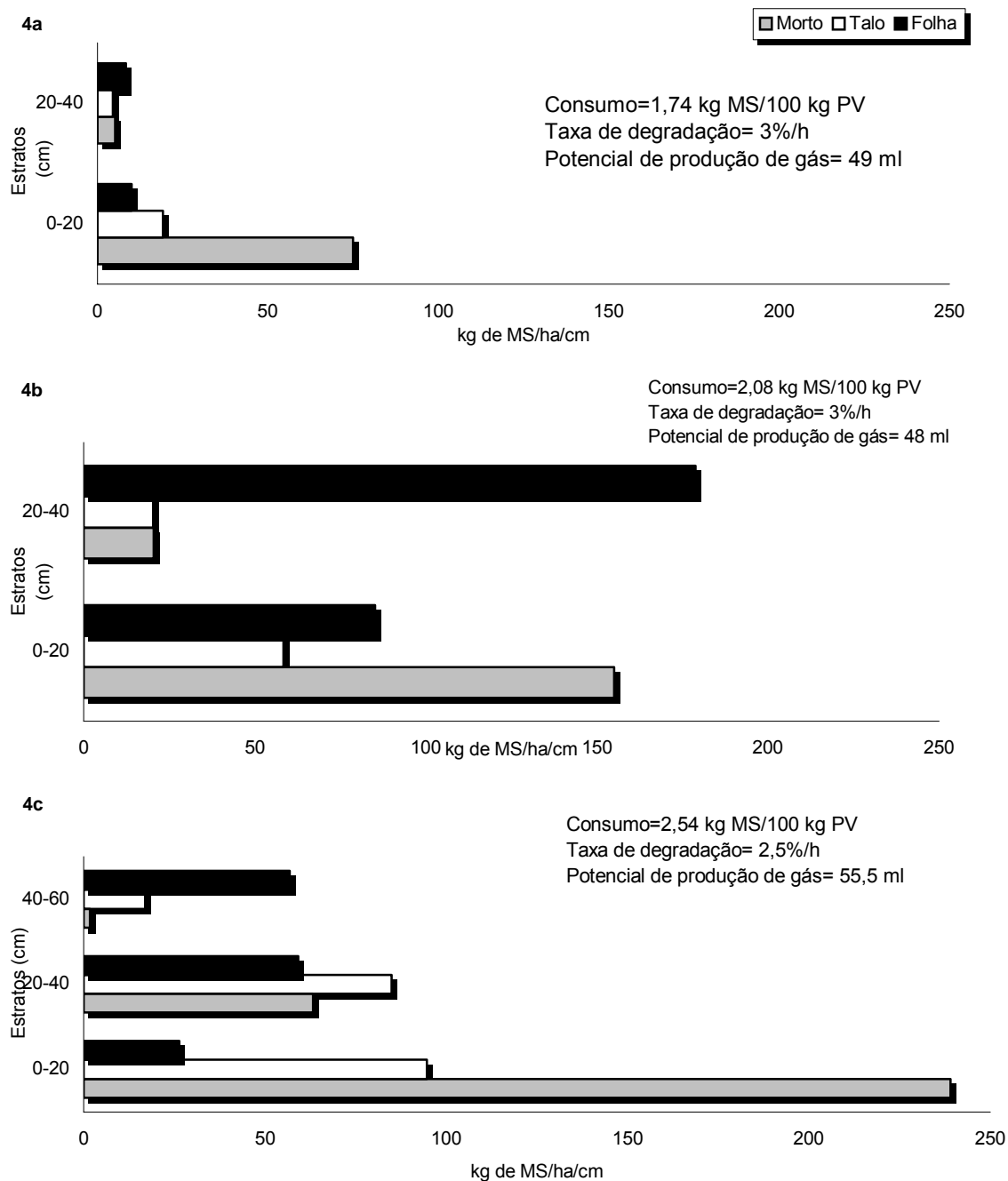


Figura 4 – Densidade (kg de MS/ha/cm) de lâminas foliares, colmos mais bainhas e material morto nos diferentes perfis de uma pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, nas épocas do meio da seca (a), inícios das águas (b) e fim das águas (c).

Sarmento (2003) estudou a influência de quatro alturas de pastejo (10, 20, 30 e 40 cm) em pastos de capim Marandu no comportamento ingestivo de bovinos e encontrou estreita associação entre a altura do pasto e a massa do bocado, a taxa de bocado e a ingestão de matéria seca, que reforçam a

importância da correlação entre os componentes da estrutura do dossel forrageiro e as variáveis do comportamento ingestivo na determinação do consumo de animais em pastagens de clima tropical. O consumo teve uma amplitude de 1,3 a 2,0 % PV para as alturas de 10 e 40 cm, respectivamente (Figura 5).

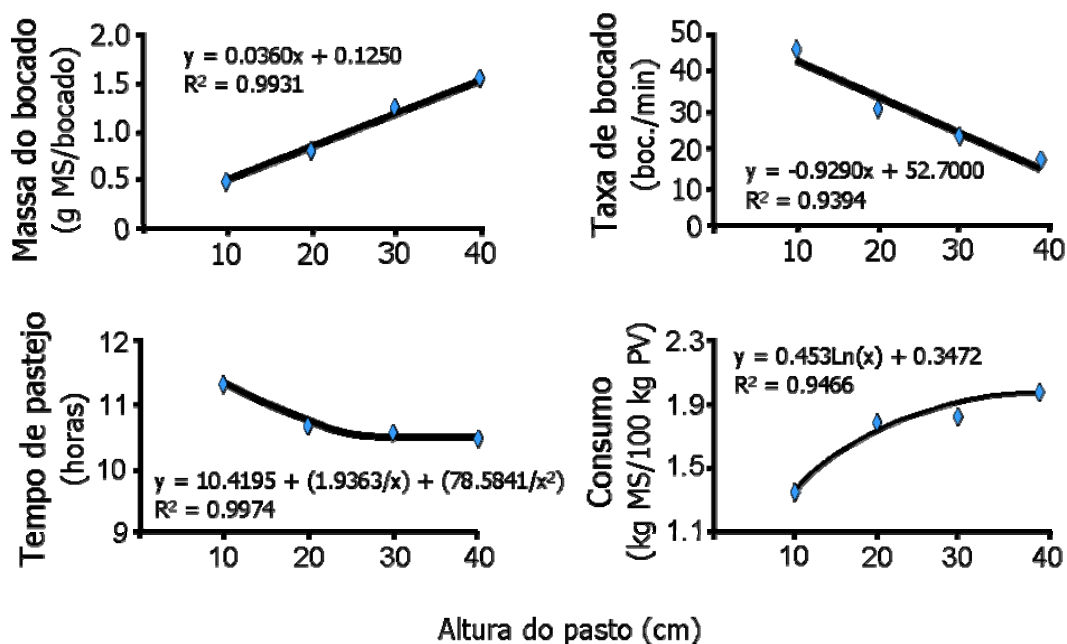


Figura 5. Comportamento ingestivo e consumo de forragem em pastos de capim Marandu manejadas em diferentes alturas (Adaptado de Sarmento, 2003).

Quando o pasto é manejado em alturas baixas, a massa do bocado é penalizada e diminui, na medida em que a profundidade do bocado é provavelmente limitada (Carvalho, 1997). Em resposta às menores alturas, os animais aumentam a frequência de bocados, na medida em que mais movimentos mandibulares podem ser alocados para apreender forragem (Carvalho et al., 2001). Além disso, os animais aumentam o tempo de pastejo procurando manter o nível de ingestão requerido, o que eles não conseguem, particularmente em pastos manejadas em alturas inferiores a 20 cm.

Os resultados apresentados mostram que o consumo de forragem é extremamente dependente das variações na condição e na estrutura do dossel forrageiro. Por isso, Silva & Carvalho (2005) argumentam a necessidade de se estabelecer metas de manejo de pasto para cada forrageira, orientadas pela

estrutura do dossel e com objetivo de potencializar o crescimento do pasto e sua ingestão pelo animal em pastejo.

Neste contexto, o manejo de pastagens deve ser visto como a construção de estruturas de pasto que otimizem a velocidade de colheita de forragem pelo animal em pastejo (Carvalho et al., 2001, Silva & Carvalho, 2005). Se este for o objetivo, o manejo de pastos em sua altura ideal para oferecimento ao animal é da maior relevância, haja vista a preponderância da profundidade sobre a área do bocado na construção da massa do bocado, que por sua vez é reconhecida como a principal determinante da velocidade de ingestão por animais em pastejo (Carvalho et al., 2001, Silva & Carvalho, 2005). Esta preponderância advém do fato de que a profundidade do bocado responde de forma linear e positiva ao incremento na altura de manejo do pasto.

Demment & Laca (1993) demonstraram, de forma elegante, a importância da altura do pasto para maximizar a massa do bocado. Por meio de uma técnica onde a estrutura do pasto é construída de forma que a altura e a densidade do pasto possam variar de forma independente, os autores demonstraram que uma mesma massa de forragem, quando apresentada aos animais de uma forma pouco densa e alta, permite massas de bocado superiores a pastos de mesma massa, mas baixos e densos. Para uma massa de forragem da ordem de 2500 kg de MS/ha, a massa do bocado de novilhos variou de aproximadamente 0,5 g a quase 3 g/bocado em estruturas variando de densidades entre 5900 a 700 g/m<sup>3</sup>, respectivamente (Demment & Laca, 1993). Isto demonstra que, na amplitude estudada pelos autores, e do ponto de vista animal, é melhor termos uma pastagem alta do que uma baixa e densa, pois a primeira potencializaria a profundidade do bocado.

Bocados que conseguem colher uma elevada massa imprimem uma maior velocidade de ingestão até o ponto onde a massa do bocado atinge o seu ponto de máxima (Figura 6).

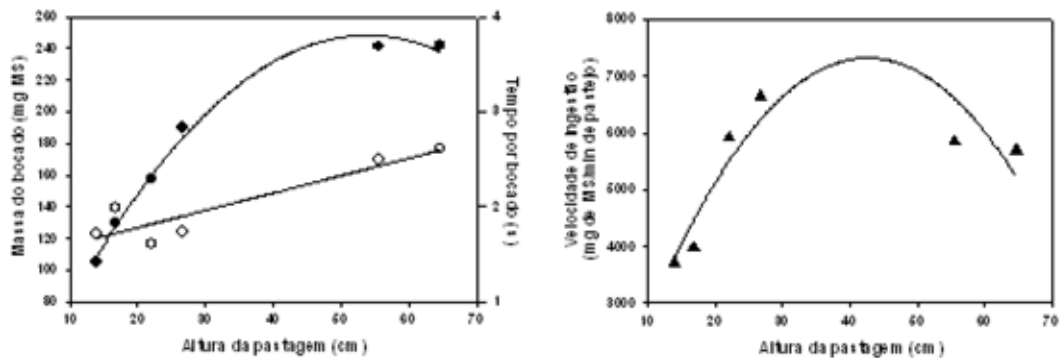


Figura 6. Comportamento ingestivo (massa do bocado (•), tempo por bocado (◦) e velocidade de ingestão (▲)) de borregas em pastos de capim Tanzânia com diferentes alturas (Carvalho et al., 2001).

Como pode ser observado na Figura 6, todo o pasto tem uma estrutura ideal para que os animais venham a colher forragem. A velocidade de ingestão é incrementada até que o pasto atinja 40 cm, ponto a partir do qual a velocidade de ingestão começa a ser limitada pelo forte incremento do intervalo de tempo entre dois bocados sucessivos (manipulação + mastigação) e pela estabilização do incremento na massa do bocado, conforme explicado por Carvalho et al. (2001). Para novilhas o mesmo ponto ocorre em torno de 90 cm em pastos de capim Mombaça (Silva, 2004) e 13 cm em pastagens nativas de flora complexa (Gonçalves & Carvalho, dados não publicados), indicando as intrincadas possibilidades de arranjo da estrutura nos mais variados tipos de recurso forrageiro. Em resposta às infinitas combinações de estrutura do pasto, a velocidade de ingestão de ovelhas pode variar de 2-6 g de MS.min<sup>-1</sup> de pastejo, enquanto bovinos em crescimento têm variações da ordem de 10-25 g de MS.min<sup>-1</sup> e bovinos adultos de 20-40 g de MS.min<sup>-1</sup> (Delagarde et al., 2001).

A qualidade preênsil de uma forrageira é, portanto, fundamental num processo que é freqüentemente limitado pelo tempo (e.g., tempo de pastejo em sistemas de produção de leite a pasto). Esta apreensibilidade traduz a facilidade com que a forragem é ingerida pelo animal sendo um importante determinante do consumo diário (Prache & Peyraud, 1997). Segundo estes

autores, ela determina não somente o consumo, mas também orienta o processo de seleção de dietas. Ela pode ser avaliada pela conjugação de fenômenos que influenciam a velocidade de ingestão, ou seja, significa, em última análise, uma determinada massa de forragem (com suas características quanti-qualitativas) ingerida por uma determinada unidade de tempo. Neste processo, várias características estruturais e qualitativas das plantas e características associadas aos animais são importantes (vide Carvalho et al, 2001).

No processo de pastejo, a apreensibilidade equivale ao grau de facilidade da ação do bocado. O bocado é, portanto, o momento máximo da interação planta-animal, sendo considerado o átomo do consumo (Laca & Ortega, 1995). O manejo do pasto visando otimização do consumo passa necessariamente, portanto, pela otimização de cada um dos 25-35.000 bocados que os animais normalmente desferem em um dia de pastejo.

### **Considerações finais**

Para se atingir elevados níveis de consumo em pastejo é necessário que o pasto seja manejado no sentido de se apresentar a forragem para o animal em uma estrutura que facilite a coleta de nutrientes digestíveis pelo bocado. Carvalho et al. (2001) já haviam apresentado a importância da variável tempo no processo de pastejo, aqui demonstrado por meio da velocidade de ingestão. Ela deve ser entendida como uma variável chave e definidora do consumo potencial de um pasto. Cada pasto tem sua estrutura ideal para pastejo e suas definições terão de vir da pesquisa, por meio de uma filosofia de definição de metas de manejo como, por exemplo, altura do pasto.

Wales et al. (2005) arriscaram-se a definir a pastagem ideal para maximização do consumo como aquela que contenha plantas que possibilitem altas taxas de ingestão, refeições de longa duração e ótimo suprimento e sincronismo no fornecimento de nutrientes para os microorganismos do rúmen e tecidos dos animais. Em suma, o pasto ideal deveria ter características similares às dietas totais para se conseguir atingir elevados níveis de consumo e de desempenho animal. Nessas condições ideais, o consumo em pastejo deveria atingir níveis de 5 % do peso vivo para ser comparável aos níveis de

ingestão de vacas leiteiras de alta produção alimentadas a cocho (Wales et al., 2005). Um nível tal de ingestão em pastejo, nas espécies forrageiras atualmente conhecidas, nunca se observou, embora já existam reportes na literatura de níveis de ingestão a pasto da ordem de 4,5 % do peso vivo (Stockdale, 1993). De qualquer forma, houve avanços recentes na compreensão do impacto da estrutura dos pastos no processo de pastejo, demonstrando haver muito espaço para trabalhos de manejo, contrapondo certa resignação existente com a menor qualidade das forrageiras, tropicais em particular. As principais ferramentas disponíveis, e passíveis de uso em curto prazo, para gerenciamento da estrutura do pasto, continuarão sendo a manipulação da intensidade de pastejo, da adubação e do método de pastejo. Para finalizar, pesquisas orientadas para a produção total de forragem tendo como único objetivo maximizar a lotação devem rever seus argumentos. Produção animal a pasto se faz com colheita eficiente de nutrientes digestíveis. Não é somente produzir massa. Há que se criar ambientes pastoris adequados e compatíveis com os requerimentos dos animais, onde eles possam colher o que precisam sem se deparar com estruturas de pasto limitantes a sua ingestão.

### Referências Bibliográficas

- ALLDEN, W. G.; WHITTAKER, A. M.. The determinants of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. **Australian Journal Agricultural Research**, v.21,p.755, 1970.
- Allison, C.D. Factors affecting forage intake by range ruminants: A review. **Journal of Range Management**, Colorado, v. 38, p. 305-311. 1985.
- Baumont, R.; Cohen-Salmon, D.; Prache, S.; Sauvant, D.. A mechanistic model of intake and grazing behaviour in sheep integrating sward architecture and animal decisions. **Animal Feed Science and Technology**, v.112, p.5-28, 2004.
- Brâncio, P.A. **Comportamento animal e estimativas de consumo por bovinos em pastagens de *Panicum maximum* Jacq. (cultivares Tanzânia, Mombaça e Massai)**. Viçosa, MG: Universidade Federal de

- Viçosa, 2000. 277 p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Orientador: Domicio do Nascimento Júnior. Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- 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**. 1997. p.25-52. 1997.
- Carvalho, P. C. F. O manejo da pastagem como gerador de ambientes pastoris adequados à produção animal. In: Pedreira, C.G.S. et al. (Eds.). Teoria e Prática da Produção Animal em Pastagens. XXII Simpósio sobre Manejo da Pastagem, Fealq, Piracicaba. **Anais...**, p.7-32. 2005.
- Carvalho, P. C. F., Prache, S., Damasceno, J. C. O Processo de pastejo: desafios da procura e apreensão da forragem pelo herbívoro. In: Penz Junior, A.M., Afonso, L.O.B.; Wassermann, G.J. (Org.). Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. **Anais...** Porto Alegre, 1999, v. 36, p. 253-268. 1999.
- 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: Mattos, W. R. S. (Org.). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba, 2001, p.853-871. 2001.
- Carvalho, P.C.F., Moraes, A. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: Simpósio sobre Manejo Sustentável das Pastagens, Maringá. **Anais...CD-ROM**. 2005.
- Conrad, H.R., Pratt, A.D., Hibbs, J.W. Regulation of feed intake in dairy cows. I. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.47, p.54-62. 1964.
- Crancio, L.A., Carvalho, P.C.F. Seleção de dietas de animais pastejando ambientes pastoris complexos. **Ciência Rural**. (2005 – submetido).
- Cros, M.J.; Duru, M.; Garcia, F.; Martin-Clouair, R.. A biophysical dairy model to evaluate rotational grazing management strategies. **Agronomie**, v.23, p.105-122. 2003.
- Delaby, L.; Peyraud, J.L.; Faverdin, P.. Pâtur'IN: le pâturage des vaches laitières assisté par ordinateur [Pâtur'IN : Computer-assisted grazing of dairy cows]. **Fourrages**, v.167, p.385-398., 2001.

- Delagarde, R, Prache, S., D'Hour, P. et al. Ingestion de l'herbe par les ruminants au pâturage. In : Nouveaux regards sur le pâturage. Association Française pour la Production Fourragère. **Proceedings...** p.53-68. 2001.
- Delagarde, R., O'Donovan, M. Modelling of herbage intake and milk production by grazing dairy cows. In: Murphy, J.J. (Ed.). **Utilisation of grazed grass in temperate animal systems**. Wageningen Academic Publishers. p.89-104. 2005.
- Delagarde, R.; Faverdin, P.; Baratte, C. ; Peyraud, J.L.. Prévoir l'ingestion et la production des vaches laitières : Grazeln, un modèle pour raisonner l'alimentation au pâturage [Predicting herbage intake and milk production of dairy cows : Grazeln, a model for the feeding management at pasture] . Rencontres Recherches Ruminants, 11. **Proceedings...**, p.295-298, 2004.
- Demment, M.W., Laca, E.A. The grazing ruminant: Models and experimental techniques to relate sward structure and intake. In: World Conference ON Animal Production, 7, 1993, Edmonton. **Proceedings...** p.439-460.
- Demment, M.W.; Greenwood, G.B.. Forage ingestion : effects of sward characteristics and body size. **Journal of Animal Science**, v.66, p.2380-2392. 1988.
- Euclides, V. P. B.; Cardoso, E. G.; Macedo, M. C. M.; Oliveira, M. P. Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2200-2208. 2000.
- Euclides, V. P. B.; Thiago, L. R. S.; Macedo, M. C. M. Consumo Voluntário de forragem de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1177- 1185, 1999.
- Faverdin, P.; Baumont, R.; Ingvarsten, K.L.. Control and prediction of feed intake in ruminants. In: IVth International Symposium on Nutrition of Herbivores, Clermont-Ferrand, **Proceedings...**95-120, 1995.
- Forbes, J.M.. Prediction of voluntary intake. In: J.M. Forbes (ed.) **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. CAB International, Wallingford, p.384-415, 1995.
- Freer, M.; Moore, A.D.; Donnelly, J.R.. Decision support systemes for Australian grazing enterprises. II. The animal biology model for feed intake, production,

- and reproduction and the GrazFeed DSS. **Agricultural Systems**, v.54, p.77-126, 1997.
- Genro, T.C.M. **Estimativas de consumo em pastejo e suas relações com os parâmetros da pastagem em gramíneas tropicais**. Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999. 183 p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Orientador: Ênio Rosa Prates. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.
- Genro, T.C.M., Prates, E.R., Thiago, L.R.L.S, et al., Densidade de forragem nos estratos verticais de uma pastagem de *B.brizantha* cv. Marandu. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39., 2002, Recife, **Anais...** Recife: SBZ. 2002. Forragicultura-CD-ROM.
- Genro, T.C.M., Prates, E.R., Velho, J.P., Herrero, M. Tropical grasses evaluation by in vitro gas production technique. In: World Conference on Animal Production, 9, 2003, Porto Alegre, **Proceedings...** Porto Alegre: UFRGS. CD-ROM.
- Gibb, M. Animal grazing/intake terminology and definitions. In: Pasture Ecology and Animal Intake, 3, 1996, Dublin. **Proceedings...** 1998, p.21-37.
- Gontijo Neto, M.M. **Características e qualidade do Capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) sob pastejo em diferentes ofertas de forragem**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 69 p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Orientador: Domício do Nascimento Júnior. Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- Heard, J.W.; Cohen, D.C.; Doyle, P.T. et al. Diet-Check – a tactical decision support tool for feeding decisions with grazing dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.112, p.177-194, 2004.
- Herrero, M.; Fawcett, R.H.; Silveira, V. et al. Modelling the growth and utilisation of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) under grazing. 1. Model definition and parameterisation. **Agricultural Systems**, v.65, p.73-97, 2000.
- Hodgson, J. Measurements of herbage intake and ingestive behavior in grazing animals: an introduction. In: Penning, P.D. (ed.) **Herbage intake handbook**. Reading: The British Grassland Society, 2004. p.15-22.
- Howery, L.D., Provenza, F.D., Ruyle, G.B. How domestic herbivores select nutritious diets on rangelands? **Cooperative Extension Bulletin**. 8p. 1998.

- Ingvartsen, K.L.. Models of voluntary food intake. **Livestock Production Science**, v.39, p.19-38, 1994.
- INRA. Ruminant **Nutrition: Recommended Allowances and Feed Tables**. R Jarrige (ed.). John Libbey, London, 389p. 1989.
- Johnson, I.R.; Parsons, A.J.. A theoretical analysis of grass growth under grazing. **Journal of Theoretical Biology**, v.112, p.345-367, 1985.
- Kyriazakis, I. What are ruminant herbivores trying to achieve through their feeding behaviour and food intake? In: VI International Symposium on the Nutrition of Herbivores, **Proceedings...**p.154-173. 2003.
- Laca, E.A., Demment, M.W. Modelling intake of a grazing ruminant in a heterogeneous environment. In: International Symposium on Vegetation-Herbivore Relationships. **Proceedings...**Academic Press, p.57-76. 1992
- Laca, E.A., Lemaire, G. Measuring sward structure. In: MANNETJE, L., JONES, R.M. (ed.) **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. Wallingford: CABI Publ., 2000. p.103-121.
- Laca, E.A., Ortega, I.M. Integrating foraging mechanisms across spatial and temporal scales. In: International rangeland congress, 5, 1995, Salt Lake City. **Proceedings...** p.129-132.
- Maher, J.; Stakelum, G.; Rath, M.. Effect of daily herbage allowance on the performance of spring-calving dairy cows. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v.42, p.229-241, 2003.
- Mayne, C.S.; Rook, A.; Peyraud, J.L.; Cone, J.W.; Martinsson, K.; Gonzalez-Rodriguez, A.. Improving the sustainability of milk production systems in Europe through increasing reliance on grazed pasture. **Grassland Science in Europe**, v.9, p.584-586, 2004.
- Mertens, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C. (ed.) **Forage Quality, Evaluation, and Utilization**. American Society of Agronomy, University of Nebraska, Lincoln. p. 450-493, 1994.
- Minson, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.
- Peyraud, J.L.; Comeron, E.A.; Wade, M.H.; Lemaire, G.. The effect of daily herbage allowance, herbage mass and animal factors upon herbage intake by grazing dairy cows. **Annales de Zootechnie**, v.45, p.201-217, 1996.

- Pittroff, W., Kothmann, M.M. Regulation of intake and diet selection by herbivores. In: V International Symposium on the Nutrition of Herbivores, **Proceedings...**p.366-422. 1999.
- Poppi, D.P.; Hughes, J.P.; l'Huillier, P.J. Intake of pasture by grazing ruminants. In: NICOL, A.M. ed. **Feeding livestock on pasture**. New Zealand Soc. An. Prod., Occasional Publication n. 10,. p. 55-63, 1987.
- Prache, S., Peyraud, J. Préhensibilité de l'herbe pâturée chez les bovins et les ovins. **INRA Productions Animales**, v.10, p.377-390.1997.
- Prache, S.; Roguet, C.; Petit, M. How degree of selectivity modifies foraging behaviour of dry ewes on reproductive compared to vegetative sward structure. **Applied Animal Behaviour Science**, v.57, p.91-108, 1998.
- Rook, A.J. Principles of foraging and grazing behaviour. In: Hopkins, A. (Ed.). **Grass, its production and utilization**. Blackwell Science Ltda. p.229-246. 2000.
- Sarmiento, D.O.L. **Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. Piracicaba, 2003, 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Orientador: Sila Carneiro da Silva. Universidade Federal de São Paulo.
- Sibbald, A.R.; Maxwell, T.J.; Eadie, J.. A conceptual approach to the modelling of herbage intake by hill sheep. **Agricultural Systems**, v.4, p.119-134, 1979.
- Silva, A.L.P. **Estrutura do dossel e o comportamento ingestivo de novilhas leiteiras em pastos de capim Mombaça**. Tese de Doutorado, Orientador: Paulo César de Faccio Carvalho. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, 104p. 2004.
- Silva, S. C., Carvalho, P. C. F. Foraging behaviour and intake in the favourable tropics/sub-tropics. In: McGilloway, D.A. (Ed.) **Grassland: a global resource**. Wageningen Academic Publishers, p.81-95. 2005.
- Silveira, E. O. **Produção e comportamento ingestivo de cordeiros em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam) manejado a diferentes alturas**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Orientador: Paulo César de Faccio Carvalho. Faculdade de Agronomia. 2001.

- Stakelum, G.; Dillon, P.. The effect of herbage mass and allowance on herbage intake, diet composition and ingestive behaviour of dairy cows. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v.43, p.17-30, 2004.
- Stobbs, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. **Australian Journal Agricultural Research**, v.24, p.821-829, 1973.
- Stockdale, C.R. The productivity of lactating dairy cows fed irrigated Persian clover (*Trifolium resupinatum*). **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.40, p.913-921. 1993.
- Stockdale, C.R.. Influence of some sward characteristics on the consumption of irrigated pastures grazed by lactating dairy cattle. **Grass and Forage Science**, v.40, p.31-39, 1985.
- Stockdale, C.R.. Levels of pasture substitution when concentrates are fed to grazing dairy cows in northern Victoria. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.40, p.913-921, 2000.
- Ungar, E.D. Changes in bite area and bite depth during patch depletion by cattle. In: Gibb, M.J. (Ed.). Ixth European Intake Workshop on Techniques for Investigation Intake and Ingestive Behaviour by Farm Animals, IGER, North Wyke, **Proceedings...**pp. 81-82, 1998.
- Van Soest, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- Wales, W.J.; Stockdale, C.R.; Doyle, P.T. Plant and sward characteristics to achieve high intake in ruminants. In: Murphy, J.J. (Ed.). **Utilisation of grazed grass in temperate animal systems**. Wageningen Academic Publishers. p.37-48. 2005.
- Woodward, S.J.R.. Formulae for predicting animals daily intake of pasture and grazing time from bite weight and composition. **Livestock Production Science**, v.52, p.1-10, 1997.