

ÍNDICE

INTRODUÇÃO -----	02
OBJETIVO -----	04
REVISÃO DE LITERATURA -----	04
1) Características estruturais do relvado -----	04
1.1) Disponibilidade de forragem e resíduo	
após pastejo-----	07
1.2) Altura e densidade de perfilhos -----	09
1.3) Relação folha/colmo -----	12
2) Plasticidade fenotípica de plantas individuais -----	14
3) Seletividade de pastejo -----	18
4) Pressão de pastejo -----	19
5) A estrutura do relvado e o comportamento	
ingestivo de ruminantes em pastejo-----	22
5.1) Escalas de organização do processo de pastejo -----	22
5.2) O bocado como base do comportamento ingestivo -----	24
5.3) Estrutura do relvado e sua influência nas	
dimensões do bocado-----	27
CONCLUSÃO -----	28
LITERATURA CONSULTADA -----	29

**ESTUDO DAS CARACETÍSTICAS ESTRUTURAIS E DA PLASTICIDADE
FENOTÍPICA DO RELVADO COMO ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA
OTIMIZAR O CONSUMO E DIGESTÃO DE FORRAGEIRAS POR
RUMINANTES EM PASTEJO**

INTRODUÇÃO

A importância das pastagens na produção de bovinos no Brasil é inquestionável. Estima-se que 75 % da superfície utilizada pela agricultura seja ocupada por pastagens, o que corresponde a aproximadamente 20 % da área total do país. Além do aspecto físico, as plantas forrageiras são importantes pelo papel que desempenham na alimentação de bovinos, uma vez que 88 % da carne produzida no país é oriunda de rebanhos mantidos exclusivamente a pasto (PENATI et al., 1999).

Neste cenário, constata-se, com relativa frequência, falhas no sistema de produção de bovinos em pastejo, em consequência da falta de uso de estratégias e tecnologias apropriadas, geralmente associadas com o manejo inadequado do solo e da planta em função de um determinado nível de produção animal (PENATI et al., 1999).

A compreensão de qualquer ecossistema de pastagem (natural, melhorada ou cultivada) está relacionada com sua estrutura, que é formada sob influência de componentes bióticos e abióticos, e de cujo equilíbrio depende sua sustentabilidade. Por essa razão, qualquer ação do manejador visando controle desse ecossistema deve ser feita a partir de uma abordagem sistêmica que considere a interação desses fatores. Também, é fundamental considerar que alguns desses fatores são passíveis de controle (intensidade de desfolhação, disponibilidade de nutrientes, água -via irrigação) enquanto outros são incontroláveis ou não podem ser modificados pelo manejador (radiação solar, temperatura, precipitação, fotoperíodo) (NABINGER, 1997).

Além das características bromatológicas da forragem, a produção animal a pasto depende das características fenológicas (ontogenia associada ao clima) e estruturais da vegetação, as quais determinam o grau de pastejo seletivo exercido pelos animais, assim como a eficiência com que o bovino colhe o pasto na pastagem, determinando a quantidade ingerida de nutrientes (STOBBS, 1973 e

1975). Todavia, as características estruturais do relvado dependem não só da espécie botânica, mas também do manejo adotado, principalmente a pressão de pastejo (GOMIDE, 1999).

Numa pastagem em crescimento vegetativo, na qual, aparentemente apenas folhas são produzidas (pois ainda não há alongamento do entre-nó), as características morfogênicas de plantas individuais são determinadas geneticamente, mas também são influenciadas por variações ambientais e/ou de manejo, o que determina mudanças na estrutura do relvado e na atividade de pastejo dos animais. Esse fenômeno, denominado plasticidade fenotípica, desempenha importante papel na interface planta-animal em sistemas de produção a pasto, pois confere às forrageiras maior resistência ao pastejo (LEMAIRE, 1997).

É imprescindível o esclarecimento sobre esses aspectos, para relacioná-los ao manejo de pastagens, visto que esses conceitos determinarão a adoção de um ou outro sistema de pastejo (contínuo, rotacionado ou diferido), que por conseguinte, poderá aumentar a eficiência e sustentabilidade do sistema (PENATI et al., 1999).

A qualidade da forragem pode ser acessada em termos do desempenho animal obtido quando uma forragem é oferecida ao animal (PENATI et al., 1999). Segundo MERTENS (1994), o desempenho animal é função do consumo de nutrientes digestíveis e metabolizáveis e que, da variação existente no consumo de matéria seca (MS) digestível ou da energia digestível, entre animais ou alimento, 60 a 90 % estão relacionados ao consumo de MS, enquanto que apenas 40 a 10 % estão relacionados às diferenças na digestibilidade. Assim, a estimativa do consumo de MS e do valor nutritivo da dieta ingerida pelos bovinos em pastejo constituem os principais fatores limitantes para predizer o desempenho/produzividade animal e fazer previsões sobre a relação custo/benefício das estratégias e tecnologias disponíveis.

De acordo com os argumentos de MERTENS (1994), as discussões a seguir serão mais direcionadas para a importância do consumo de MS como principal determinante do desempenho de bovinos em pastejo.

Portanto, o conhecimento das relações causa-efeito entre características da pastagem e o processo de pastejo em ruminantes requer o aprofundado conhecimento dos componentes da estrutura da pastagem e sua influência nos

processos de escolha e colheita de forragem por esses animais. Nesse contexto, o comportamento ingestivo dos animais em pastejo assume papel da maior relevância nos estudos da interface planta-animal.

OBJETIVO

Discorrer sobre as características estruturais do relvado, sobre suas mudanças morfológicas em função do manejo imposto, e a influência disso para a otimização do consumo e digestão de forrageiras por bovinos em pastejo.

REVISÃO DE LITERATURA

1) Características estruturais do relvado

O índice de área foliar (IAF) é formado por relações dinâmicas entre características morfogênicas e estruturais da planta, conforme é ilustrado na Figura 1 (LEMAIRE, 2001). Em um dossel vegetativo, onde somente folhas são produzidas (pois ainda não há alongamento dos entre-nós), a morfogênese da planta pode ser descrita por três características básicas das folhas: taxa de aparecimento (TApF), taxa de alongamento (TAF) e tempo (duração) de vida da folha (LEMAIRE, 1997). A combinação dessas variáveis morfogênicas elementares determina as três principais características estruturais das pastagens (NABINGER, 1999), isto é:

Tamanho da folha, que é determinado pela relação entre TAF e TApF, uma vez que a duração do período de expansão de uma folha é uma fração constante do intervalo de aparecimento, ou seja, do filocrono;

Densidade de perfilhos, que é parcialmente relacionada com TApF, que, por seu lado, determina o número potencial de sítios para o surgimento de perfilhos. Desta forma, genótipos com alta TApF apresentam alto potencial de perfilhamento e assim, determina uma pastagem com uma densidade de perfilhos mais elevada do que aquelas com baixa TApF.

Número de folhas vivas por perfilho, que é o produto da TAF pela duração de vida das folhas.

Considerando-se que, para um dado genótipo, há uma relação constante entre área por folha e comprimento da folha, o produto das três características estruturais da pastagem determina o seu IAF (NABINGER, 1999).

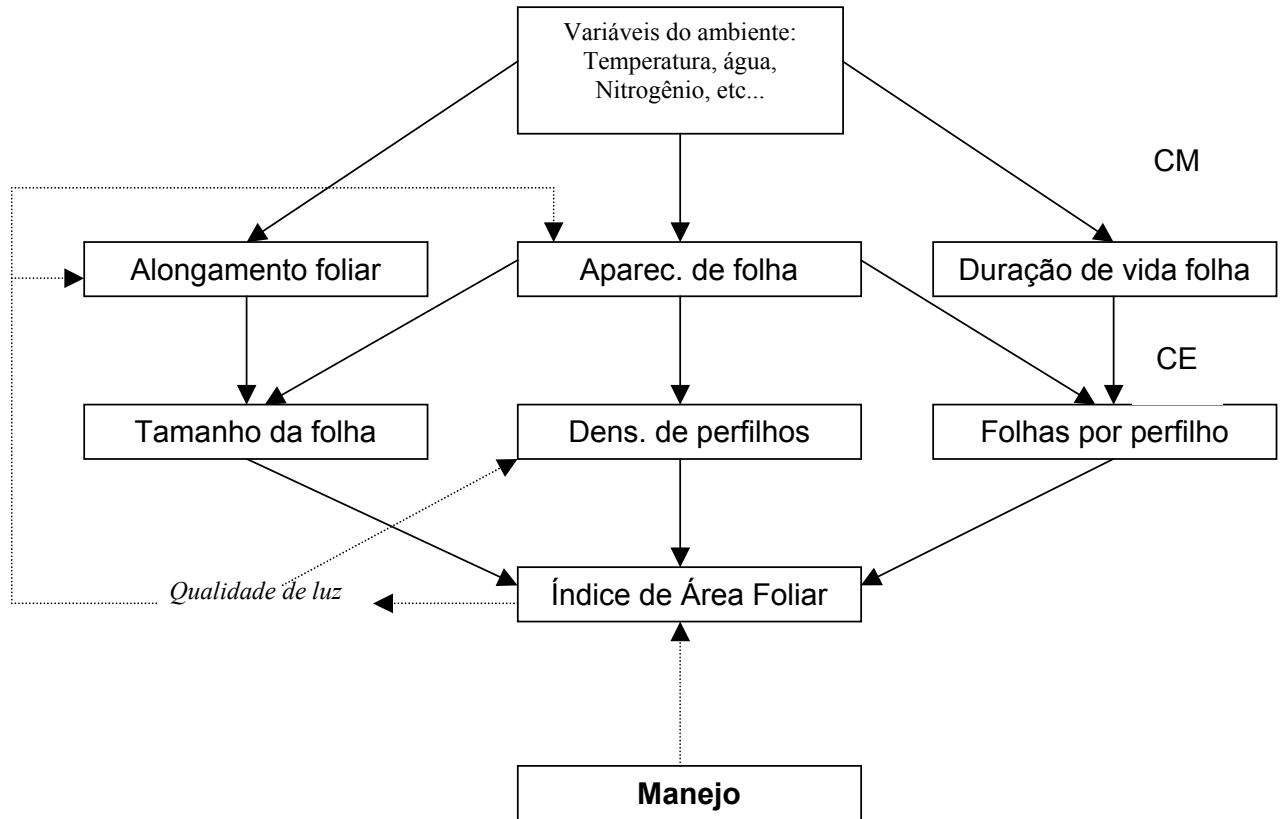


Figura 1) Diagrama da relação entre as principais variáveis morfológicas das gramíneas e os componentes da estrutura do relvado

A TApF desempenha o papel central na morfogênese e, por consequência, no IAF, pois influencia diretamente cada um dos três componentes da estrutura da pastagem, como se pode ver na Figura 1. A TApF é diretamente influenciada pela temperatura, e é pouco afetada pela deficiência de N em gramíneas temperadas (LEMAIRE, 1997), e é relativamente afetada pela disponibilidade hídrica em leguminosas temperadas. Mas a variação interespecífica da TApF determina grandes diferenças na estrutura da pastagem pelo seu efeito sobre o tamanho e a densidade de perfilhos. A desfolhação pode provocar uma leve

tendência a diminuir a TApF da rebrotação após uma desfolha severa, o que pode ser conseqüência do aumento no comprimento da bainha das folhas sucessivas, o que determina maior demora no surgimento de novas folhas acima do cartucho. Desta forma, a TApF de pastagens mantidas em baixo IAF por desfolhação freqüente aparenta ser maior do que a observada em pastejo rotacionado (NABINGER, 1999).

De acordo com GOMIDE (1997), quatro tipos de folhas podem ser observados durante o desenvolvimento do perfilho: folhas senescentes, folhas completamente expandidas, folhas emergentes (que estão se desenvolvendo dentro do tubo formado pelas bainhas foliares das folhas completamente expandidas – pseudocolmo) e folhas em expansão.

O intervalo de tempo para o aparecimento de duas folhas sucessivas é geneticamente determinado e condicionado pelos fatores do meio. O inverso do intervalo de tempo para o crescimento de duas folhas sucessivas estima a taxa de aparecimento de folhas (folhas.dia⁻¹), que é função do genótipo, estação do ano, nível de inserção, intensidade de desfolhação e fatores de meio como a luz, temperatura, água no solo, nutrientes minerais (GOMIDE, 1997).

Os principais fatores influenciando o consumo de pasto, de acordo com Poppi et al. (1987) citado por PENATI et al. (1999), podem ser agrupados em duas categorias (Figura 2): a) fatores nutricionais que abrangem as variáveis que afetam a digestão da forragem e referem-se, principalmente, à maturidade e concentração de nutrientes da forragem ingerida; e b) fatores não-nutricionais, que dizem respeito às variáveis que afetam a taxa de ingestão de forragem, como a estrutura física do pasto e o comportamento ingestivo do animal.

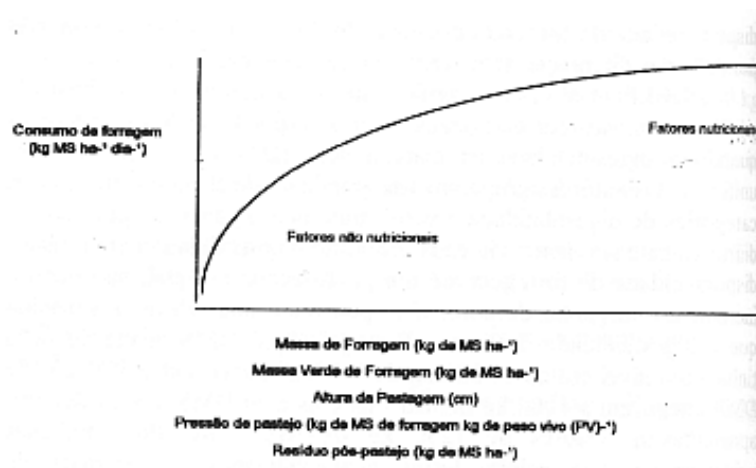


Figura 2- relações entre o consumo de pasto em função de várias características das pastagens e métodos de alocação de forragem

A produção animal a pasto, além das características químico-bromatológicas e fenológicas da forragem, também depende das características estruturais da vegetação como: altura, densidade da biomassa vegetal (kg/ha.cm), relação folha/colmo, proporção de inflorescências e material morto; é que essas características estruturais do relvado determinam o grau de pastejo seletivo exercido pelos bovinos, assim como a eficiência com que eles colhem a forragem na pastagem, determinando a quantidade ingerida de nutrientes (STOBBS, 1973 e 1975).

1.1) Disponibilidade de forragem (produção de matéria seca – MS) e resíduo após pastejo

Uma pastagem é formada por uma população de plantas, cada uma apresentando suas características peculiares de desenvolvimento. O acúmulo de biomassa aérea por área é, portanto, resultante da integração do desenvolvimento de todos os perfilhos que compõem as plantas desta população.

Segundo HODGSON (1981), o desempenho de um animal em pastejo é função da abundância da forragem que lhe é disponível. Esse desempenho

normalmente aumenta em função de maiores disponibilidade de forragens, refletindo a influência da oferta na quantidade de forragem consumida. O consumo do animal é maximizado quando a forragem em oferta é três a quatro vezes superior à quantidade consumida. De acordo com Gomide (1999), o manejo da pastagem deve ser conduzido de modo a manter uma oferta de forragem durante a estação de pastejo em torno de 8 a 10 % do peso vivo do animal, partindo do pressuposto de que o seu consumo estará em torno de 2,5 % do seu peso vivo. Entretanto, MORAES e MARASCHIN (1988) relatam linearidade de resposta entre oferta e consumo, e oferta e ganho médio de peso até o limite de 10 % de oferta em pastagem tropical.

Outro critério objetivo para orientar a condução do manejo das pastagens próximo a ótimo da pressão de pastejo é a quantidade de forragem presente após pastejo, a qual deve estar entre 1500 a 2000 kg/ha de matéria seca (MS) MORAES e MARASCHIN (1988) para pastagens tropicais sob pastejo contínuo. Para as condições de pastejo rotacionado, a observância de um resíduo de forragem após pastejo de 2500 kg/ha de MS ou mais alto para capim elefante ou capim colônia foi ideal.

ALMEIDA et al. (1997) testaram quatro níveis de oferta de forragens: 3,8; 7,5; 10,2 e 14 kg de MS de lâmina verde/100 kg de peso vivo (PV), obtendo resposta linear negativa à oferta de forragem para os ganho de peso vivo por hectare e resposta curvilínea à oferta de forragem para o ganho de peso médio diário (GMD), com o máximo de GMD por animal a uma oferta de forragem de 11,3 % do PV. Os autores observaram também, nas menores ofertas de forragem, que ocorreu uma degradação da pastagem comprometendo sua sustentabilidade.

TABELA 1 – Acumulação de MS de lâminas verdes e resposta animal de uma pastagem de capim elefante anão cv. Mott, sob quatro níveis de oferta de forragem (média de 2 anos).

OFERTA (% PV)	TAMSLV* (kg/ha/dia)	AMSLV** (kg/ha)	GMD (kg)	GANHO/ha (kg)
3,8	52,9	8992	0,8289	1410
7,5	65,1	11066	1.0109	1167
10,2	70,4	11964	1,0419	1098
14,0	66,4	11276	1,0341	767

* Taxa de acúmulo de matéria seca de lâmina verde

** Acúmulo de matéria seca de lâmina verde

Fonte: ALMEIDA et al. (1997)

1.2) Altura e densidade de perfilhos na pastagem

1.2.1) Altura

A capacidade de rebrotação das gramíneas garante a produtividade e a perenidade da cobertura vegetal, dois pontos de capital importância na utilização de pastagens (GOMIDE, 1988).

Após o desenvolvimento inicial da planta, verifica-se o perfilhamento, daí cada perfilho novo experimenta o mesmo processo de formação de folhas. Com início da fase reprodutiva, ocorre o alongamento do caule, caracterizado pelo aparecimento dos nós e entre-nós. Gramíneas cespitosas como o capim jaraguá, capim andropógon e capim colômbio têm alongamento do caule tardio quando comparados a outras gramíneas cespitosas como o capim gordura, capim elefante e capim buffel (GOMIDE, 1988).

Iniciando o processo de alongamento do caule, o meristema apical é progressivamente empurrado para acima do nível do solo, tornando-se vulnerável à destruição pelo corte ou pelo pastejo. A eliminação do ápice do caule e a decaptação do perfilho determinam sua morte. Nessas condições, novas brotações devem ocorrer de gemas basilares, processo esse mais demorado e

que resulta em novo perfilhamento da touceira. Gramíneas decumbentes como braquiária decumbens e estoloníferas como capim angola, coast-cross, tifton e outras, apresentam máxima tolerância ao pastejo contínuo pesado em função de seu hábito de crescimento garantir-lhes melhor preservação de sua área foliar e meristemas apicais (GOMIDE, 1988).

Então, área foliar e meristema apical devem ser harmonizados por meio de manejo caracterizado por sistema de pastejo, pressão de pastejo, época, frequência e altura de corte. Tendo em vista o conceito de taxa de crescimento cultural (TCC), definido como o produto do IAF pela eficiência fotossintética das folhas (EFF), reconhece-se que a desfolhação do relvado deve ser feita no momento certo e de maneira a permitir para a planta a melhor capacidade de rebrotação, a fim de, rapidamente, repor nova área foliar e retornar à máxima TCC (GOMIDE, 1988).

A baixa eficiência das folhas baixas, mais velhas, limita a potencialidade de um manejo que recomenda a utilização de 50 a 60 % da folhagem do relvado por meio da diferenciação da altura de corte ou pastejo. Aparentemente, é mais efetivo o manejo que busque total utilização da forragem existente, desde que proveja condições de pronta recuperação de novas áreas foliares de alta eficiência fotossintética da folha (EFF). Tal ato é possível por meio de cortes que preservem meristemas apicais, ou que favoreçam o rápido desenvolvimento de novos perfilhos (GOMIDE, 1988).

RODRIGUES e RODRIGUES (1987) consideraram os efeitos da desfolhação de um perfilho em três alturas de manejo (h1 - alta, h2 - média e h3 - baixa).

Os efeitos da desfolhação h1 dependem das condições ambientais prevalentes por ocasião do corte ou pastejo. Quando as condições climáticas e ambientais são favoráveis, o crescimento das plantas será pouco afetado considerando que o processo de fotossíntese não será interrompido. Em condições desfavoráveis, poderá ocorrer uma paralisação temporária no crescimento radicular, o que reduzirá a taxa de crescimento logo após a desfolhação, sem entretanto afetar a produção de MS da rebrotação.

A desfolhação na altura h2, além de eliminar quase todas as folhas fotossinteticamente ativas, poderá remover porções do colmo mais próximas do solo e que servem como regiões de armazenamento de carboidratos não

estruturais. Nessas circunstâncias, a recuperação das plantas será relacionada com a intensidade de danos causados no sistema radicular, e depende da rápida reposição de folhas pelo meristema apical.

Finalmente, a desfolhação ocasionada na altura h3 irá eliminar o meristema apical, que é o principal ponto de crescimento do perfilho. Esse tipo de desfolhação tem um efeito mais drástico sobre as plantas, uma vez que a destruição desse ponto de crescimento resulta na paralisação do crescimento e na eventual morte de perfilhos. Nesse caso, a rebrotação será muito mais lenta, pois ocorrerá a partir de gemas axilares ou basais.

1.2.2) Densidade de perfilhos

De acordo com STTOBS (1973), altura de perfilho tem maior importância para gramíneas temperadas e densidade de perfilhos tem maior importância para gramíneas tropicais, no que tange à influência dessas características estruturais do relvado no consumo de pasto pelo bovino. Esse argumento está relacionado com peso de bocado, principal determinante de consumo no comportamento ingestivo do ruminante, que será discutido posteriormente.

Segundo STTOBS (1973), a despeito de uma diminuição na porcentagem de folha com maturidade (de uma média de 82 % para uma média de 44 %), a produção total de folhas aumenta com a maturidade. A maior produção de folhas é encontrada em camadas inferiores do dossel. Em experimento com capim setária, a densidade de folhas foi maior em 4 semanas de idade que em 2 semanas, e no caso de capim de rhodes foi ainda maior em 6 semanas de idade, mas não aumentou após 8 semanas. Foi encontrada correlação negativa entre tamanho do bocado e a produção de forragem em oferta e densidade do relvado. Então, a maior densidade do relvado proporcionou menor tamanho de bocado (pois o animal necessitou explorar menor área do dossel) e aumento da profundidade do bocado (relvado mais denso). Isso proporcionou maior peso de bocado e, portanto, maior consumo do pasto pelos animais.

A apreensão por maiores bocados é provavelmente mais difícil em pastagens de gramíneas tropicais que gramíneas temperadas por causa da menor densidade de relvados e maior porcentagem do componente colmo em relvados maduros de gramíneas tropicais. A máxima densidade do relvado no

estudo com capim de rhodes foi de 148 kg/ha.cm nas camadas inferiores de um pasto maduro, a qual é menor se comparada com relvados temperados de timothy, festuca e trevo branco que tiveram densidades de perfilho na camada basal variando entre 159 e 413 kg/ha.cm. O relvado tropical estava muito aberto, com densidade média de folhas abaixo de 45 kg/ha.cm e somente na camada inferior esse valor excedeu 80 kg/ha.cm.

1.3) Relação folha:colmo (F/C)

Outro fator relacionado ao consumo é a porcentagem de folhas em relação a colmos na pastagem.

Em experimento, LAREDO e MINSON (1975) observaram que quando animais foram alimentados com folhas e colmos separadamente de 5 gramíneas tropicais diferentes, o consumo voluntário da fração folha foi 46 % maior que da fração colmo, apesar das frações apresentarem pouca diferença quanto à digestibilidade da matéria seca (DMS) ou quanto ao nível de FDN. Os autores atribuíram a diferença no consumo ao mais longo tempo de retenção da fração colmo no rúmen. Essa menor taxa de passagem pode estar relacionada com a pequena superfície específica do colmo que, dessa forma, reduziu os pontos de quebra pelos microorganismos do rúmen quando se relacionou esse material com folhas.

Isso indica que a capacidade da espécie forrageira em produzir alta densidade de folhas verdes no relvado é o mais importante componente valor nutritivo das gramíneas tropicais. Também pequenas diferenças entre espécies quanto à porcentagem de folha verde produzida, durante a estação seca, pode ter largo efeito sobre a produção animal (LAREDO e MINSON, 1975).

As maiores mudanças que ocorrem na composição química das forrageiras são aquelas que acompanham a maturação. À medida em que a planta amadurece, a proporção dos componentes potencialmente disponíveis, como os carboidratos solúveis, proteína e minerais tendem a decrescer, e a fibra tende a aumentar, sendo esperado declínio no consumo. Na Tabela 2, podem ser visualizadas diferenças na porcentagem de folha, DMS e consumo voluntário em espécies diferentes de um mesmo gênero de gramínea (LAREDO e MINSON, 1975). Na tabela 3, atenta-se para a relação F/C e valor nutritivo de forragem

ofertada e selecionada de *Brachiaria decumbens* no início e final do período de ocupação, na seca e nas águas.

Tabela 2) Comparação das médias de porcentagem de folha, digestibilidade da matéria seca (DMS) e consumo voluntário (CV) em *Panicum maximum* cv. Kabulabula, cv. Burnett e cv. Hamil

Parâmetro/espécie	Kabulabula	Burnett	Hamil
Porcentagem de folha	28	38	53
DMS (% in vivo)	55	57	55
CV (g/dia/UTM)	49	58	67

Fonte: LAREDO e MINSON (1973).

Tabela 3) Relação folha/colmo (F/C), proteína bruta (PB - %), e digestibilidade *in situ* da matéria seca (DISMS - %) da forragem em oferta e selecionada de *B. decumbens* no início e final do período de ocupação, na época seca e chuvosa.

Época	DO *	Forragem oferecida			Forragem selecionada		
		F/C	PB	DISMS	F/C	PB	DISMS
Chuvvas	1	1,2	6,8	58	26,6	10,4	80
	4	0,8	5,2	50	8,3	8,1	78
	Média	1,0	6,0	54	17,5	9,3	79
Seca	1	0,7	5,5	50	15,2	8,1	77
	4	0,5	4,5	46	8,7	6,7	66
	Média	0,6	5,0	48	11,9	7,4	72

* DO = Dias de ocupação

Fonte: Otoyá (1984), citado por ALMEIDA et al. (1997)

Com a idade da planta, a proporção de colmo comparado com a de folha aumenta, e a fração colmo em um dado estágio de crescimento é muitas vezes mais digestível que em um outro estágio mais tardio, associando-se que naturalmente a digestibilidade da fração colmo é 46 % inferior à da folha, pode-se

concluir que o aumento da proporção de colmo no relvado reduz o consumo da MS total oferecida (LAREDO e MINSON, 1975).

2) Plasticidade fenotípica de plantas individuais

Numa pastagem em crescimento vegetativo, as características morfogênicas de plantas individuais são determinadas geneticamente, mas também são influenciadas por variações ambientais e/ou de manejo, o que determina mudanças na estrutura do relvado e na atividade de pastejo dos animais. Esse fenômeno, denominado plasticidade fenotípica, desempenha importante papel na interface planta-animal em sistemas de produção a pasto, pois confere às forrageiras maior resistência ao pastejo (LEMAIRE, 1997).

A plasticidade fenotípica de espécies de gramíneas contribui grandemente para a resistência ao pastejo dessas espécies. A resistência ao pastejo pode ser dividida em dois componentes: tolerância ao pastejo e escape ao pastejo.

A tolerância ao pastejo refere-se aos mecanismos fisiológicos que permite a planta continuar e maximizar seu crescimento seguido da desfolhação, apesar da perda de tecidos fotossintéticos, por meio do fornecimento de meristemas residuais com níveis adequados de N e substratos de C através dos processos de reciclagem eficientes e pela rápida restauração das capacidades de absorção da planta. Assim, a tolerância ao pastejo de um genótipo pode ser estimado por meio do tempo necessário para a planta, após a desfolhação com uma determinada intensidade, recuperar seu crescimento na mesma taxa antes da desfolhação. Isso corresponde aproximadamente ao tempo necessário para restaurar a área foliar inicial da planta ao tempo da desfolhação. O crescimento foliar após a desfolhação pode ser afetado por meio da redução do suprimento de C e N resultante, proporcionalmente, das perdas de área foliar, através da redução direta da quantidade RFA absorvida pela planta individual e efeito indireto, através da consequência da redução do suprimento de C na capacidade de absorção de N pelas raízes. Assim, conforme demonstrado por AVICE et al. (1997) a rapidez de rebrotação da planta após uma desfolhação severa depende diretamente da quantidade de reservas de N suscetíveis a remobilização para manter nova formação foliar. Thornton e Millard (1997), citados por LEMAI

(1997), verificaram que essa habilidade de armazenar e usar as reservas pode variar entre as espécies de gramíneas e determina diferenças na tolerância ao pastejo. O crescimento foliar após a desfolhação pode ser também afetado pelo efeito direto do corte na atividade meristemática da folha. Para espécies de gramíneas, o meristema foliar basal é protegido pelo tubo da bainha de folhas precedentes. O encurtamento do tubo da bainha pela desfolhação severa pode afetar diretamente a atividade do meristema basal, conforme os experimentos de Davies et al. (1983), citados por LEMAIRE (1997), em bainhas foliares. A natureza do sinal envolvido nessa resposta do meristema foliar à manipulação do comprimento do tubo da bainha é ainda desconhecido, em que se pode postular que a luz percebida pelo meristema dentro do tubo da bainha pode ser uma possível explicação. Além disso, experimentos são necessários para determinar a exata contribuição relativa dos dois mecanismos, trófico ou morfogênico, para a redução observada no crescimento foliar após intensidade diferente de desfolhação e para analisar corretamente as diferenças genotípicas na tolerância a desfolhação.

O escape ao pastejo refere-se as características que permitem a planta reduzir tanto sua frequência quanto sua intensidade de desfolhação. Os mecanismos de escape são compostos de adaptação morfogênica e mudanças arquiteturais, que reduzem a acessibilidade das folhas ao pastejo animal, e, de defesas mecânicas ou compostos repelentes bioquímicos, que reduzem a palatabilidade da planta. A mudança na arquitetura da planta que resulta em mecanismos de escape pode também contribuir para aumentar a tolerância ao pastejo. Por exemplo, o tamanho dos meristemas foliares pode ser reduzido e posicionado mais próximo do nível do solo e assim, mais protegido do efeito direto da desfolhação. Esse atributo particular de espécies de gramíneas representa um vantagem seletiva importante em relação às espécies dicotiledôneas, cujos meristemas apicais são facilmente removidos pelos animais. Para espécies de gramíneas, os mecanismos de escape morfológicos podem ser desenvolvidos como uma resposta plástica a desfolhações de intensidade e frequência diferentes. Essa plasticidade fenotípica permite à planta responder e adaptar rapidamente a qualquer mudança no sistema de desfolhação, enfatizando desse modo, sua própria adaptação genotípica. Desfolhações frequentes e severas ocasionam redução no tamanho de perfilhos individuais, acompanhado pelo

aumento na densidade de perfilhos. O aumento na densidade de perfilho pode ser devido ao fato que desfolhações freqüentes evitam a redução da razão de luz vermelho:vermelho distante percebida pelas plantas. A redução concomitante na densidade de perfilho não é facilmente explicada, porém, como discutido anteriormente, pode ser mediada pela manutenção de altura da bainha pequena e constante. Desfolhações severas e repetidas levam a planta a desenvolver folhas com bainhas menores, cujas línulas são posicionadas logo abaixo do nível do corte e cujas lâminas tornam-se mais horizontais, permitindo ao relvado manter material foliar verde sob o horizonte de pastejo e preservar seu suprimento de C. Essa resposta da planta é totalmente reversível. Logo que a desfolhação cessa ou torna-se menos freqüente, o comprimento da bainha das folhas sucessivas aumenta gradualmente e recupera seu valor inicial, que é acompanhado de lâminas maiores e mais eretas, até que uma nova desfolhação provoque nova mudança. Assim, a habilidade das espécies de gramíneas ou cultivares em modificar seu comprimento da bainha em resposta ao regime de desfolhação parece ser importante na determinação da variação de sua resposta plástica e sua adaptação a vários regimes de desfolhações.

Para clones de plantas como *Trifolium repens*, a plasticidade morfogênica é expressa, principalmente, através de mudanças no tamanho da lâmina, no comprimento do pecíolo e alongamento e ramificação do estolão. Essas características morfogênicas são influenciadas pela qualidade de luz, mudando com aumento do IAF do relvado. O aumento na razão vermelho: vermelho distante leva ao aumento no comprimento do pecíolo e tamanho da lâmina, que permite à planta posicionar sua área foliar na camada mais bem iluminada do dossel. Essa resposta é acompanhada pelo decréscimo na emergência de gemas axilares e um alongamento mais rápido nos entrenós do estolão. Como consequência dessas mudanças morfogênicas, Robin et al. (1993), citados por LEMAIRE (1997), verificaram que menor proporção de C foi alocado nas raízes. Assim, quando o sombreamento da planta persiste durante um longo período, o número de pontos de crescimento e o crescimento radicular serão reduzidos e a persistência da planta pode ser comprometida. O hábito de crescimento estolonífero confere a esse tipo de espécie a habilidade de explorar preferencialmente alguns locais favoráveis menos sombreados e evita locais sombreados desfavoráveis num relvado heterogêneo. As espécies cespitosas não

têm essa possibilidade para explorar esses lugares mais favoráveis e são confinadas a micro habitats fixos. Assim, em relvados desfolhados intermitentemente, de acordo com a sucessão de eventos de desfolhações de diferentes intensidades seguidos por um período de rebrotação de duração variável, as plantas estão sujeitas a períodos alternativos de condições contrastantes para competição por luz e mudanças na qualidade de luz, desse modo, elas têm que adaptar sua morfologia muito rapidamente por meio de mecanismos de escape ao pastejo para minimizar a ocorrência e o impacto da desfolhação futura, e adaptar mecanismos de competição por luz. Porém, esses dois tipos de mecanismos são relativamente incompatíveis. Apenas uma larga resposta plástica fenotípica pode dar à planta flexibilidade suficiente para adaptar a mudanças nos padrões de desfolhações. Porém, também provavelmente uma grande plasticidade fenotípica pode dar ao relvado flexibilidade suficiente para adaptar a uma grande variação nos sistemas de manejo de desfolhação.

Um exemplo de plasticidade fenotípica definida como tolerância ao pastejo foi exemplificada por MATTHEW et al. (2001). Em estudo com duas forrageiras temperadas, a altura da zona de crescimento da folha em *Lolium perene* variou de 33 mm (quando cortada a 9 cm de altura do solo) para 21 mm (quando cortada a 3 cm de altura), conferindo uma amplitude de 12 mm. *Festuca rubra* mostrou-se menor, variou de 36 mm (quando cortada a 9 cm de altura do solo) para 33 mm (quando cortada a 3 cm de altura), conferindo uma amplitude de 03 mm. Portanto, a chance de as zonas de crescimento de *F. rubra* serem decapitadas em um bocado é maior que para *L. perene*. A altura da zona de crescimento de *F. rubra* também foi maior que de outras espécies estudadas, deste modo, expondo o meristema em desenvolvimento para o pastejo animal. Esses dados sugerem que *L. perene* apresenta mais plasticidade fenotípica na resposta da zona de crescimento que *F. rubra*.

Um exemplo de plasticidade fenotípica definida como escape é o crescimento da leguminosa *Arachis pintoi*, que sob desfolhação severa e freqüente, desenvolve um mecanismo denominado “hábito de fuga”. Essa adaptação é observada em desfolhação severa, quando a maioria das plantas está sendo decapitada pelo bocado animal a uma altura próxima do solo, e algumas plantas escapam do pastejo porque crescem horizontalmente em relação ao solo, “escapando” da altura de pastejo exercida pelo animal. Favorecer o

desenvolvimento de folhas horizontais, bainhas de menor tamanho, mudanças no tamanho da lâmina, comprimento do pecíolo e alongamento e ramificação do estolão, como em *Trifolium repens*, são outras adaptações que podem ser citadas.

3) Seletividade de pastejo

A dieta realmente selecionada e consumida por animais em pastejo se difere botânica e quimicamente daquela encontrada disponível na pastagem.

De acordo com CARVALHO FILHO et al. (1984), os animais exercem um pastejo seletivo não só por determinadas espécies vegetais, mas também por parte da planta, de acordo com a quantidade em oferta, acessibilidade, palatabilidade e valor nutricional.

O comportamento seletivo depende de uma série de fatores ligados à planta e ao animal. Os fatores ligados ao animal determinam a preferência e os fatores ligados à planta, a palatabilidade (HEADY, 1964).

Os bovinos, de maneira geral, têm maior preferência por gramíneas do que por leguminosas, mas essa preferência varia com a natureza da gramínea acompanhante e com o grau de maturidade relativo em ambas as espécies.

Durante o período chuvoso, quando gramíneas e leguminosas estão quantitativamente disponíveis, a seleção pela gramínea parece ser mais em função da preferência por esse componente em si. No entanto, no início do período seco, a preferência pela leguminosa estaria associada a sua maior qualidade nutricional em relação à gramínea. Esse fenômeno encontra apoio no fato de os efeitos do avanço da maturidade da planta na redução do valor nutritivo serem menores nas leguminosas do que nas gramíneas (MILFORD e MINSON, 1965).

No que tange a preferência por certas partes da planta, tanto de gramíneas quanto de leguminosas, a folha é a preferida (CARDENAS e LASCANO, 1988). COWAN et al. (1986), observaram que vacas leiteiras selecionavam predominantemente folhas e que a predição da produção poderia ser feita com base na disponibilidade de folhas. HOYOS e LASCANO (1985), constataram que o índice de seletividade médio para folhas de *Brachiaria humidicola* era de 1,6, com a folha participando em 95,3% da dieta. Essa preferência e também o efeito

da quantidade de folha sobre o consumo foram constatados por ARNOLD (1964) e por CHACON et al. (1976); a preferência parece estar relacionada não só com a maior digestibilidade foliar (VAN SOEST, 1987), como também com a maior acessibilidade e menor resistência à prensão da folha em relação ao caule (MINSON, 1982).

4) Pressão de pastejo

O consumo de forragem é grandemente determinado pela oferta ou disponibilidade de forragem, que varia inversamente com ataxa de lotação da pastagem. Enquanto o rendimento forrageiro da pastagem fixa sua capacidade de suporte para uma determinada categoria animal, a taxa de lotação define a disponibilidade do pasto, isto é, a pressão de pastejo a que a pastagem é submetida, segundo uma relação inversa (GOMIDE, 1999).

Três níveis de pressão de pastejo são de capital importância, pois determinam a produção animal e a condição da pastagem: pastejo ótimo, subpastejo e superpastejo (Figura 3).

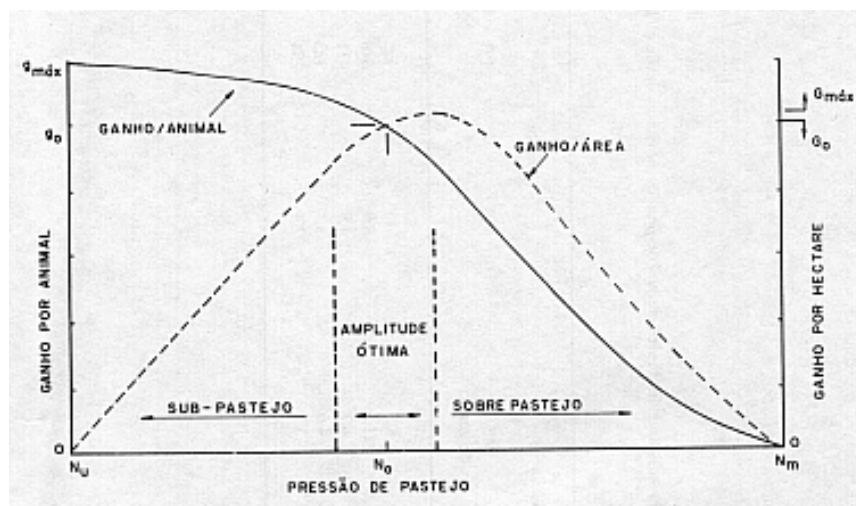


FIGURA 3- Relação da pressão de pastejo (N) com o ganho por animal (g) e ganho por unidade de área (G)
Fonte: MOTT (1960)

Pastejo ótimo representa o uso da taxa de lotação compatível com a capacidade de suporte. Já o subpastejo é caracterizado quando a taxa de lotação é baixa em relação à capacidade de suporte da pastagem. Nesta condição, a oferta de pasto é alta, e o animal, não sofrendo restrição alimentar, pasteja seletivamente e consegue máxima ingestão de pasto, conforme seu valor nutritivo e as características do relvado. Sob subpastejo, a produção por animal reflete a qualidade do pasto, caso o pastejo seja exercido por animais de alta capacidade de produção; entretanto a produção por hectare é comprometida em decorrência da subutilização da área. O superpastejo caracteriza a situação inversa, a taxa de lotação é alta em relação à capacidade de suporte da pastagem. Assim, o elevado número de animais por hectare implica em pequena oferta de pasto para cada animal que, sob restrição alimentar, não pasteja seletivamente e consome pouco, onde ocorre comprometimento da produção animal. O uso de taxa de lotação ligeiramente acima da capacidade de suporte da pastagem maximiza a produção por unidade de área, mas taxas de lotações mais altas resultam em diminuição da produção por hectare por não compensarem a acentuada redução na produção por animal. Por outro lado, a disponibilidade excessiva de pasto, ou seja, o subpastejo acentuado, pode representar sério comprometimento da produção animal em decorrência do acúmulo de FDN e lignina e queda do teor de proteína na matéria seca do pasto emacegado, assim como a menor eficiência com que o animal pasteja o pasto emacegado (GOMIDE, 1999). Tal fato é de ocorrência comum nas gramíneas tropicais como o capim colômbio, capim andropogon e principalmente o capim jaraguá (GOMIDE, 1993).

A intensidade ótima de pastejo foi definida por PETERSON (1961) como sendo o ponto adequado de utilização das pastagens, que permite uma produção animal ótima, sem prejudicar o equilíbrio entre as espécies que integram a pastagem.

Segundo PETERSON et al (1965), há um ponto crítico de disponibilidade de forragem que representa a menor quantidade de forragem que pode manter o máximo consumo e desempenho animal. O ganho por animal é constante com o aumento da lotação, até o ponto crítico, além deste, o ganho por animal é inversamente relacionado com a lotação. Esses autores relatam que a taxa de lotação não teve efeito na disponibilidade total de forragem. No entanto, em

trabalhos posteriores, observou-se relação linear inversa entre taxa de lotação e disponibilidade de pasto (WINTER et al., 1977; HOYOS e LASCANO, 1985).

Um decréscimo no rendimento forrageiro com o aumento das taxas de lotação foi verificado por WINTER et al. (1977), que mencionaram um simultâneo aumento na qualidade da pastagem com o aumento das taxas de lotação.

Tanto a nutrição dos animais como a persistência do pasto são comprometidas quando ocorre uma situação de superpastejo. TORRES et al. (1982) constataram que pressões crescentes de pastejo reduzem a produção por animal e provocam sucessivos aumentos na produção por hectare, até um nível máximo a partir do qual a produção por animal cai tão drasticamente, que induz a uma queda na produção por hectare.

Várias teorias tem sido desenvolvidas visando determinar o número de animais a serem colocados em determinadas pastagens, com o objetivo de obter o máximo rendimento em termos de ganho por unidade de área.

Segundo CONWAY (1965), o rendimento forrageiro da pastagem é que determina a taxa de lotação que a mesma pode suportar.

MOTT (1960), propôs um modelo geral para descrever a relação entre taxa de lotação e a produção animal. Esse modelo foi desenvolvido a partir de considerações que, sob condições relativamente uniformes de pastagens, o consumo animal permaneceria constante sob uma grande variação de baixas taxas de lotação. A medida que a taxa de lotação aumenta, um ponto é alcançado, onde a quantidade de forragem disponível se iguala aos requerimentos dos animais; e em taxas de lotação acima deste ponto, o consumo por animal é limitado e a produção por animal declina.

Esse modelo prediz uma variação na taxa de lotação ótima para produção por cabeça e uma máxima produção por hectare a uma taxa de lotação levemente mais alta. A taxas de lotação abaixo da ótima, o modelo prediz pequenas mudanças na taxa de lotação, enquanto que acima da taxa de lotação ótima a produção declina rapidamente com aumentos na taxa de lotação.

A produção de leite em duas lactações foi medida por COLMAN e KAISER (1974) em pastagens de capim quicuío adubadas com 336 Kg de N/ha/ano com diversas taxas de lotação (2,47, 3,29 e 4,94 vacas/ha). A produção de leite por vaca diminuiu de 2467 para 2068 no primeiro ano e de 1964 para 1733 no segundo referente a menor e a maior taxa de lotação, respectivamente.

Entretanto, a produção por hectare aumentou de 6093 para 10216 Kg/ha/ano no primeiro ano e de 4851 para 8561 Kg/ha/ano no segundo ano para a menor e a maior taxas de lotação respectivamente.

5) A estrutura do relvado e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo

5.1) Escalas de organização do processo de pastejo

Senft et al. (1987) citados por CARVALHO (1997), apresentaram um modelo conceptual de forrageamento para herbívoros e demonstraram a possibilidade de se integrar o processo de pastejo em diferentes escalas espaço-temporais. O processo de decisão do animal em pastejo é organizado de forma hierárquica a partir do nível de landscape, passando pelos níveis de comunidade, patch e estação alimentar, até chegar a planta (ou parte dela).

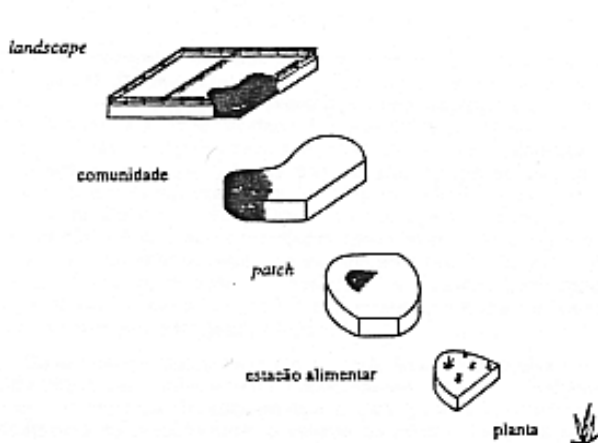


Figura 4) Segmentação hierárquica do processo de decisão do animal ao proceder o pastejo

Os limites entre cada escala são definidos pelo comportamento animal e pelas taxas dos parâmetros funcionais, mais do que pelos limites físicos. A estação alimentar seria um semicírculo hipotético disponível em frente ao animal, em que ele alcançaria sem que se movesse as patas dianteiras. Um patch seria um agregado de estações alimentares separado de outros patches por uma parada

na seqüência de pastejo quando o animal se reorientaria para um novo local. A comunidade representaria um agregado de patches e landscape seria um agregado de diferentes comunidades.

Bailey et al. (1996), citados por CARVALHO (1997) propuseram o bocado e não a planta como a menor escala espacial na qual os herbívoros tomam decisões de pastejo, com as escalas temporais variando de 1 a 2 segundos a nível de bocado, 5 a 100 segundos a nível de estação alimentar, até 1 mês a 2 anos na última escala espacial.

O processo de pastejo pode ser dividido em uma série de decisões em diferentes escalas espaço-temporais onde o uso da pastagem é determinado. Decisões tomadas em escalas mais elevadas podem limitar a amplitude da escolha em escalas inferiores. Uma vez que o animal inicia a sua alimentação e escolhe um campo de pastejo, ele define a amplitude de escolha e colheita de forragem daquela refeição na medida em que, naquela área, existe uma determinada quantidade de forragem disponível (determinada pela massa de forragem presente), assim como a comunidade vegetal ou o estágio fenológico desta mesma área escolhida define a qualidade da forragem disponível ao animal. Se o animal tiver que se movimentar para uma nova área, neste deslocamento existe um dispêndio energético que, se não for crítico, do ponto de vista da demanda total de energia, pode aumentar os requerimentos de manutenção particularmente em situações de baixa oferta de forragem (di MARCO et al., 1996).

Em escalas inferiores, a seleção de uma estação alimentar define o número e a qualidade dos bocados potencialmente existentes. Os bocados efetivamente realizados são função de um coeficiente de preferência (PARSONS et al., 1994) e da curva de depleção de forragem naquela estação alimentar (ROUGUET et al., 1998). Entretanto, no caso do animal se posicionar em uma estação alimentar que lhe é de pouco interesse, a movimentação e escolha de uma outra representa um custo energético pequeno e, portanto, as conseqüências de se selecionar, em nível de estação alimentar, são também pequenas (BAILEY et al., 1996). As decisões tomadas nos níveis mais elevados de organização têm potencialmente maior impacto no processo de pastejo na medida em que ocorrem de forma menos freqüente e na medida em que limitam os processos nas escalas inferiores (SENFT et al., 1987). Quando se limita o

ambiente de pastejo ao animal, por exemplo, utilizando-se poteiros pequenos, significando um único campo de pastejo, muitas vezes com uma única espécie forrageira, tem-se de ter consciência que se limitam as estratégias de que dispõem os animais em pastejo para conseguirem uma dieta pertinente do ponto de vista quantitativo e qualitativo. Nesta situação, o animal passa a estar nas “mãos do manejador” e o desempenho do animal será função direta daquilo que lhe for oferecido havendo, logo, espaço limitando a ação seletiva do animal.

Segundo Coughenour (1991), citado por CARVALHO (1997), através deste modelo proposto é possível se decompor problemas complexos em segmentos menos complicados, identificando-se quais interações planta-herbívoro ocorrem em tais e tais escalas. A seleção de dietas por exemplo é mais facilmente estudadas nas escalas inferiores, entre a planta ou bocado e a estação alimentar, onde os fatores abióticos têm a sua influência reduzida.

5.2) O bocado como base do comportamento ingestivo

O processo de pastejo inclui a procura e a manipulação da forragem a ser ingerida. A procura compreende processos cognitivos e sensoriais que guiam e orientam a movimentação dos animais na pastagem (PRACHE e PEYRAUD, 1997). As atividades de manipulação compreendem a apreensão da forragem pela boca através de movimentos da cabeça do animal, da mandíbula e da língua, no caso de bovinos, e dos lábios, no caso de ovinos. Neste processo, a forragem apreendida ainda deve ser posteriormente mastigada e deglutida.

Estes mecanismos são muito importantes porque o animal em pastejo tem uma determinada demanda nutricional a ser atendida e uma limitação de tempo para atendê-la. O tempo despendido em excesso em algum desses processos significa, geralmente, diminuição do consumo e o não atendimento das necessidades. Este limite existe porque os animais não podem passar o tempo todo pastejando. Eles ainda têm de ruminar aquilo que consumiram, além de necessitarem de tempo para descansarem e para outras atividades sociais (ROOK e PENNING, 1991). No uso do tempo em pastejo, os animais procuram ser eficientes o que pode ser exemplificado pelo fato de que os animais procuram forragem enquanto mastigam aquela que apreenderam (PRACHE, 1997) ou pelo fato de que, no caso dos bovinos, estes possam apreender um novo bocado

enquanto ainda mastigam o anterior. Além disto, alguma margem existe na ampliação de tempo em pastejo.

Portanto, a qualidade preênsil de uma forrageira é fundamental num processo que é freqüentemente limitado pelo tempo. Esta apreensibilidade traduz a facilidade com que a forragem é ingerida pelo animal sendo um importante determinante do consumo diário. 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 qualitativas e quantitativas) ingerido por uma determinada unidade de tempo. Neste processo, características estruturais e qualitativas das plantas e características associadas aos animais são importantes.

ALLDEN e WHITTAKER (1970), definiram o consumo diário em pastejo (CP) através de variáveis associadas ao comportamento do animal e lançaram as bases mecânicas para explicação deste fenômeno através do produto de três variáveis: tempo de pastejo (TP); taxa de bocados (TB) e peso do bocado (PB), gerando a equação:

$$CP = TP \times TB \times PB$$

Esta proposição influenciou uma série de trabalhos que vieram por realçar o papel da estrutura da pastagem como determinante do consumo animal (por exemplo, STOBBS, 1973). Um exemplo da relação entre estas variáveis e a estrutura da pastagem pode ser dado imaginando-se um cenário de baixa oferta de forragem. A resposta clássica nestas condições é uma diminuição do peso do bocado e um aumento na taxa de bocado e/ou tempo de pastejo (PENNING, 1986), sendo que esta compensação estaria limitada a apenas 15% do consumo diário (COLEMAN, 1992). Ovinos em pastagens de azevém perene, cuja altura é inferior a 6 cm, não conseguem compensar a diminuição do peso do bocado por um aumento no tempo de pastejo e na taxa de bocados (PENNING et al., 1991). Portanto, o peso do bocado é a variável mais importante na determinação do consumo em pastejo e é aquela que é mais influenciada pela estrutura da pastagem (HODGSON, 1985).

Desenvolvimentos subseqüentes nesta linha de pesquisa levaram a um aprofundamento no conhecimento desta variável chave. HODGSON (1985)

propôs uma representação esquemática onde o peso do bocado se originaria aritmeticamente do produto entre o volume do bocado (VB) e a densidade da forragem no extrato pastejado (DEP).

$$PB = VB \times DEP$$

O volume do bocado por sua vez seria produto de sua área (AB) e de sua profundidade (PfB).

$$VB = AB \times PfB$$

Segundo GORDON e LASCANO (1993), em pastagens temperadas, a área do bocado diminui linearmente com a densidade da pastagem e aumenta de forma quadrática com sua altura. LACA et al. (1992), em condições bastante controladas, encontraram uma relação curvelinear entre a área do bocado e a altura das plantas, sendo que o grau de inclinação da curva diminuía com o aumento da densidade volumétrica da pastagem. Isto significa que em pastagens mais altas e de menor densidade, o movimento de língua dos bovinos são mais eficazes em aumentar a área do bocado. Os perfilhos são suficientemente compridos para serem trazidos à mandíbula do animal. À proporção em que a massa de forragem diminui e que a densidade volumétrica do extrato pastejado aumenta, uma vez que o animal pasteja mais rente ao solo, a frequência e amplitude dos movimentos de língua diminuem, além de haver maior “escape” de perfilhos da mandíbula após apreensão (DEMMENT e LACA, 1993). BURLINSON et al. (1991), encontraram respostas semelhantes para ovinos com respeito à relação entre estrutura da pastagem e área do bocado.

Poucas são as informações sobre as relações entre estrutura da pastagem e o processo de pastejo dos animais em pastagens tropicais, mas trabalhos de STOBBS (1973) indicaram que, ao contrário do encontrado em pastagens temperadas, a densidade volumétrica e a relação folha/colmo teriam importância mais relevante na determinação do comportamento ingestivo dos animais. No entanto, esta evidência nunca foi suficientemente testada. Na verdade, não houve uma seqüência desta linha de trabalho no ambiente tropical, a exemplo do observado nas regiões temperadas. As razões deste menor interesse não são

muito claras. Contudo, informações obtidas em condições de campo nativo ou com forrageiras arbustivas induzem a uma generalização das respostas acima descritas (HODGSON et al., 1999).

5.3) Estrutura do relvado e sua influência nas dimensões do bocado

As dimensões do bocado de animais em pastejo (área e profundidade) são importantes tanto para a planta quanto para o animal. No caso da planta elas definem a profundidade e área da forragem removida, definindo portanto a intensidade e o padrão espacial da desfolhação. Para o animal, a dimensão do bocado, junto com a densidade do estrato pastejado, definem o peso do bocado que é a variável mais determinante do consumo animal. Portanto, quaisquer alterações no peso do bocado, seja por uma resposta à estrutura da pastagem, seja por uma decisão comportamental, passam necessariamente por uma alteração na área ou profundidade do bocado. Daí a importância de se compreender as relações entre estrutura da pastagem e as dimensões do bocado como ferramenta para se desenvolver modelos para predição do peso do bocado (CARVALHO, 1997).

Vários estudos nas mais diversas condições concluíram que a profundidade do bocado guarda uma relação positiva com a altura da pastagem e negativa em relação à densidade (CARVALHO, 1997).

A área do bocado apresenta, de forma geral, menor sensibilidade a alterações na estrutura da pastagem. A área do bocado diminui linearmente com a densidade da pastagem e aumenta de forma quadrática com a sua altura. Essa última característica pode ter como explicação as limitações anatômicas dos animais associadas às dimensões de suas maxilas. Mesmo atingindo uma assíntota, a área do bocado nessas condições é normalmente maior que a área da boca dos animais. Em bovinos isso seria esperado, uma vez que utilizam a língua como um mecanismo de maximização da área do bocado (CARVALHO, 1997).

Também seria concebível imaginar, a exemplo do que foi sugerido para a profundidade do bocado, uma diminuição da área do bocado como resposta a situações que possam exigir um esforço maior na desfolhação, explicando-se a

relação linear e inversa entre área do bocado e a densidade da pastagem (CARVALHO, 1997).

A área do bocado é pouco alterada ao longo do perfil pastejado, sendo as grandes alterações no volume do bocado decorrentes do efeito direto da profundidade do bocado. Em termos absolutos, a profundidade do bocado é significativamente alterada e diminuída conforme o animal pasteja próximo ao nível do solo (CARVALHO, 1997).

Se a profundidade do bocado é a variável que mais responde às alterações da estrutura da pastagem ao longo do perfil, podemos considerá-la como o principal determinante do volume do bocado. Se considerarmos que a estrutura da pastagem não pode ser alterada no momento do bocado, porque é uma característica inerente da pastagem, podemos concluir que o volume do bocado é a mais importante ferramenta de que dispõe o animal para controlar a quantidade e qualidade de forragem que será ingerida, o que seria o peso do bocado em última análise. Temos então que a profundidade do bocado seria o principal determinante do peso do bocado (CARVALHO, 1997).

CONCLUSÃO

O manejo de determinada forrageira, baseado no conhecimento das características estruturais do relvado, bem como de possíveis mudanças nessa estrutura, face a adaptações morfológicas que as plantas sofrem de acordo com o manejo imposto, determina o comportamento ingestivo de bovinos em pastejo. Então, se esse manejo for adequado, poderá maximizar o potencial de consumo voluntário do animal, que por meio da seletividade de pastejo também poderá ingerir forragem de melhor qualidade. Assim, o desempenho animal será potencializado e a conversão da produção primária (plantas) em produto secundário nobre (produto animal = carne, leite, lã), por sua vez, será expressado com máxima eficiência.

LITERATURA CONSULTADA

ALLDEN, W. G. e WHITTAKER, I. A. M. D. The determinants of factors influencing herbage intake and availability. Austr. agric. Tes., 21: p. 755-766, 1970.

ALMEIDA, E.X.; MARASCHIN, G.E.; HARTHMANN, O. E.L.; RIBEIRO FILHO, H.M.N. Dinâmica da pastagem de capim elefanta anão cv. MOTT e sua relação com o rendimento animal. In: Reunião anual da SBZ, 34. 1997. Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 271-273.

ARNOLD, G. W. Some principles in the investigation of selective grazing. Proceedings of the Australian Society of Animal Production, 4: p. 258-271, 1964.

BAILEY, D. W. *et al.* Characteristics of spatial memory in cattle. Applied Animal Behavior Science, v. 23, p. 331-340, 1989.

BAILEY, D. W. *et al.* Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. Journal of Range Management, v. 49, p. 386-400, 1996.

BAZELY, E. R. Rules and cues used by sheep foraging in monocultures. In: Hughes, R. N. (Ed.). Behavioral mechanisms of food selection. Berlin: NATO ASI Series, p. 343-366, 1990.

BROWN, R. H.; BLASER, R. E. e FONTENOT, J. P. Effect of spring harvest date on nutritive value of orchardgrass and timothy. J. Animal Sci., 27: p. 562-567, 1968.

BURLINSON, A. J.; HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. Sward canopy structure and the bite dimensions and bite weight of grazing sheep. Grass and Forage Science. V. 46, p. 29-38, 1991.

CARDENAS, E. A. e LASCANO, C. E. Utilización de ovinos e bovinos on la evaluación de pasturas asociadas. Pasturas Tropicales, 10 (2): p. 2-10, 1988.

CARVALHO FILHO, O. M.; CORSI, M.; CAMARÃO, A. P. Composição botânica da forragem disponível selecionada por novilhos fistulados no esôfago em pastagem de colônia - soja perene. Pesq. Agropec. Brás., 19(4): p. 511-518, 1984.

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. 1997, Maringá, Anais... Jaboticabal, p. 25-52, 1997.

CHACON, E. e STOBBS, T. H. Influence of progressive defoliation of grass sward on the eating behavior of cattle. Aust. J. Agric. Res., 27: p. 709-727, 1976.

COLEMAN, S. W. Plant-Animal Interface. Journal of Production Agriculture, v. 5, p. 7-13, 1992.

COLMAN, R. L. e KAISER, A. G. The effects of stocking rate on milk production from the Kikuius grass pastures fertilized with nitrogen. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 14: p. 155-160, 1974.

CONWAY, A. Grazing management in relation to beef production. In: Congresso Internacional de Pastagens, 9, São Paulo, 1965. Anais... São Paulo, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, Departamento da Produção Animal. p. 1601-1607, 1965.

COWAN, R. T.; DAVIDSON, T. M. e SHEPHARD, R. K. Observation on the diet selected by friesian cows grazing tropical grass and grass-legume pasture. Trop. Grassl., 20(4): p. 183-192, 1986.

COSGROVE, G. P. Grazing behaviour and forage intake. In: Simpósio Internacional Sobre Produção Animal em Pastejo, Viçosa. Anais...Viçosa, UFV. p.59-80, 1997.

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, Edmonton. Proceedings... p. 439-460, 1993.

di MARCO, O. N.; AELLO, M. S.; MÉNDEZ, D. G. Energy expenditure of cattle grazing pastures of low and high availability. Animal Science, v. 63, p. 45-50, 1996.

DOUGHERTY, C. T.; LAURIAULT, L. M.; CORNELIUS, P. L.; BRADLEY, N. W. Herbage allowance and intake of cattle. Journal of Agricultural Science, v. 112, p. 395-401, 1989.

FONSECA, J. B.; CAMPOS, J.; CONRAD, J. H. Estudos de digestibilidade de plantas tropicais pelo processo convencional. Anais do IX Congr. Int. de Pastagens. S. Paulo, Brasil. 1: p. 807-808, 1965.

GOMIDE, J. A. Produção de leite em regime de pasto. Rev. Soc. Bras. Zoot., Viçosa, v. 22, n.4, p. 591-613, 1993.

GOMIDE, J.A. O fator tempo e o número de piquetes no pastejo rotacionado. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 14., 1997. Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 253-271.

GOMIDE, J. A. Fatores da produção de leite. Anais do Congresso Nacional dos Estudantes de Zootecnia. Viçosa. Brasil. P. 01-32, 1998.

GOMIDE, J.A. Potencial das pastagens tropicais para a produção de carne e leite. Simpósio de Brasilândia. Anais do I SIMBRAS (ed). JOSÉ CARLOS PEREIRA. Brasilândia de Minas, 1999. p. 15-40. 164p.

GONG, Y.; HODGSON, J.; LAMBERT, M. G.; GORDON, I. L. Short-term ingestive behavior of sheep and goats grazing grasses and legumes. 1. Comparison of bite weight, bite rate, and bite dimensions for forages at two stages of maturity. New Zealand Journal of Agricultural Research, v. 39, p. 63-73, 1996.

GORDON, I. J. Animal-based techniques for grazing ecology research. Small Ruminant Research, v. 16, p. 203-214, 1995.

GORDON, I. J.; ILLIUS, A. W.; MILNE, J. D. Sources of variation in the foraging efficiency of grazing ruminants. Functional Ecology, v. 10, p. 219-226, 1996.

GORDON, I. J.; LASCANO, C. Foraging strategies of ruminant livestock on intensively managed grassland: potential and constraints. In: Proceedings of the International Grassland Congress, 17, Palmerston North, New Zealand, p. 681-690, 1993.

HEADY, H. F. Palatability of herbage and animal preference. J. Range Management, 17: p. 76-82, 1964.

HODGSON, J. The influence of grazing pressure and stocking rate on herbage intake and animal performance. In: HODGSON et al. Pasture utilization by the grazing animal. Occasional symposium. N.8. p. 93-103, 1981.

HODGSON, J. The control of herbage intake in the grazing ruminant. Proceedings of the Nutrition Society, v. 44, p. 339-346. 1985.

HODGSON, J.; COSGROVE, G. P.; WOODWARD, S. J. Research on foraging behavior: progress and priorities. In: International Grassland Congress, 18, 1997, Winnipeg. Proceedings... 1999

HOYOS, P. e LASCANO, C. Calidad de Brachiaria humidicola en pastoreio en un ecosistema de bosque semi-siempre verde estacional. Pasturas Tropicales, 7(2): p. 3-5, 1985.

HUSTON, J. E., PINCHAK, W. E. Range animal nutrition. In: Heitschmidt, R. K., Stuth, J. W. (Eds.). Grazing management; an ecological perspective. Portland: Timber Press, p. 27-64, 1993.

LACA, E. A.; UNGAR, E. D.; SELIGMAN, N. G.; RAMEY, M. R.; DEMMENT, M. W. An integrated methodology for studying short-term grazing behavior of cattle. Grass and Forage Science, v. 47, p. 81-90, 1992.

LAREDO, M. A. e MINSON, D. J. The voluntary intake digestibility and retention time by sheep of leaf and stem fractions of five grasses. Aust. Agric. Res., 24: p. 875-883, 1975.

LEMAIRE, G. the physiology of grass growth under grazing: Tissue turn-over. Simpósio internacional sobre produção animal em pastejo. 1997. Viçosa, MG. Ed por José Alberto Gomide. 1997.p. 117-144. 471p.

MATHEW, C. VAN LOO, E.N. THOM, E.R. DAWSON, L.A.; CARE, D.A. Understanding shoot and root development. In: XIX International Grassland Congress. 2001. IGC. p. 19-27. 2001.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR et al. Forage quality, evaluation and utilization. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1994. p. 450-493.

MILFORD, R., MINSON, D. J. Intake of tropical pasture species. In: Congresso Internacional de Pastagens, 9, 1965, São Paulo, 1965. Anais... São Paulo: Depto. de Produção Animal. v. 1, p. 815-822, 1965.

MINSON, D. J. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: Hacker, J. B. (ed.). Nutritional Limits to animal production from pasture. Queensland, Commonwealth Agricultural Bureaux. p. 167-182, 1982.

MINSON, D. J. e McLEOD, M. N. The digestibility of temperate and tropical grasses. Proc. XI Int. Grassl. Congr. Queensland, Australia. p. 719-722, 1970.

MINSON, D. J. e MILFORD, R. Intake and crude protein content of mature Digitaria decumbens and Medicago sativa. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 7: p. 546-551, 1967.

MINSON, D. J.; RAYMOND e HARRIS, C. E. Studies in the digestibility of herbage. VIII. The digestibility of S 37 cocks foot, S 23 ryegrass and S 24 ryegrass. J. Brit. Grassld. Soc., 15: p. 174-180, 1960.

MINSON, D. J., WILSON, J. R. Prediction of intake as an element of forage quality. In: Fahey Júnior, G., (Ed.). Forage quality, evaluation, and utilization. Madison: American Society of Agronomy, p. 533-563, 1994.

MOORE, J. E. e MOTT, G. O. Structural inhibitors of quality in tropical grasses. In: Anti-Quality Components of Forages. Madison, Crop. Science Society of America. p. 53-98, 1973.

MOTT, G. O. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International Grassland Congress, 8, Reading. Proceedings...Reading. p. 606-611, 1960.

MOTT, G. O. Evaluating forage production. In: HEALTH, M. E.; D. S. Metcalf and R. E. Barnes, ed. Forages. Iowa State Univ. Press. Chap. 12, 1973.

MILFORD, R. e MINSON, D. J. Intake of tropical pasture species. Anais do IX Cong. Int. de Pastagens. S. Paulo. Brasil. 1: p. 815-822, 1965.

NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 13, 1997, Piracicaba, SP. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1997.p. 15-95

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: Disponibilidade e perdas de forragem. Fundamentos do pastejo rotacionado. (ed). ARISTEU MENDES PEIXOTO et al. Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 213-252.

PARSONS, A. J. *et al.* A mechanistic model of some physical determinants of intake rate and diet selection in a two-species temperate grassland sward. Functional Ecology, v. 8, p. 187-204, 1994.

PENATI, M.A.; CORSI, M.; MARTHA JR., G.B.; SANTOS, P.M. Manejo de plantas forrageiras no pastejo rotacionado. Simpósio goiano sobre produção de bovinos de corte. 1999. Anais.... CBNA, 1999.p. 123-144.

PENNING, P. D. Some effects of sward conditions on grazing behavior and intake by sheep. In: Gudmundsson, O. (Ed.). Grazing research at northern latitudes, Proceedings..., NATO Advanced Research Whorkshop, Hvanneyri, Iceland, p. 219-226, 1986.

PENNING, P. D.; HOOPER, G. E. An evaluation of the use of short term weight changes in grazing sheep for estimating herbage intake. Grass and Forage Science, v. 40, p. 79-84, 1985.

PENNING, P. D.; PARSONS, A. J.; ORR, R. J.; TREACHER, T. T. Intake and behavior responses by sheep to changes in sward characteristics under continuous stocking. Grass and Forage Science, v. 46, p. 15-28, 1991.

PETERSON, R. A. Carga animal e intensidade de pastoreio. In: SÃO PAULO. Departamento de produção animal. Fundamentos de manejo de pastagens. São Paulo. p. 109-112, 1961.

PETERSON, R. G.; LUCAS, H. C.; MOTT, G. O. Relationship between rate of stoking and per animal and per acre performance on pure. Agron. J., 57(1): p. 27-30, 1965.

PRACHE, S. Intake rate, intake per bite and time per bite of lacting ewes on vegetative and reproductive swards. Journal of Applied Animal Behavior. 1996.

PRACHE, S. Intake rate, intake per bite and time per bite of lactating ewes on vegetative and reproductive swards. Applied Animal Behavior Science, v. 52, p. 53-64, 1997.

PROVENZA, F. D. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. Journal of Range Management, v. 48, p. 2-17, 1995.

ROOK, A. J.; PENNING, P. D. Synchronisation of eating, ruminating and idling activity of grazing sheep. Applied Animal Behavior Science, v. 32, p. 157-166, 1991.

ROUGHET, C.; DUMONT, B.; PRACHE, S. Selection and use of feeding sites and feeding stations by herbivores: A review. Annales de Zootechnie, v. 47, p. 225-244, 1998.

SENFT, R. L. et al. Large herbivore foraging and ecological hierarchies. BioScience, v.37, p. 789-799, 1987.

STOBBS, T. H. The effect of plant structure on the intake of tropical pasture. 1. Variation in the bite size of grazing cattle. Aust. J. Agric. Res., 24: p. 809-819, 1973.

TORRES, R. A.; SIMÃO NETO, M.; NOVAES, L. P. e DE SOUZA, R. M. Efeito da taxa de lotação e da suplementação com silagem no crescimento de bovinos leiteiros em pastagem de capim-gordura. Pesq. Agropec. Bras., 17(13): p. 479-488, 1982.

VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. J. Anim. Sci., 24(3): p. 834-441, 1965.

VAN SOEST, P. J. Interations of feeding and forages composition. In: International Conference on Goats, 4, Brasília, 1987. Proceedings...Brasília, EMBRAPA. p. 971-988, 1987.

WILSON, J. R. Organization of forage plant tissues. In: Jung, H. G., Buxton, D. R., Hatfield, R. D. et al. (Eds.). Forage cell wall structure and digestibility. Madison: American Society of Agronomy, p. 1-32, 1993.

WILSON, J. R. Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants. J. Agric. Sci., v.122, n.2, p. 173-182, 1994.

WILSON, J. R. e HAYDOCK, K. P. The comparative response of tropical and temperate grasses to varying levels of nitrogen and phosphorus nutrition. Aust. J. Agric. Res., 22: p. 573-587, 1971.

WINTER, W. H.; EDYE, L A.; MEGARITY, R. G. E WILLIAMS, W. T. Effects of fertilizer and stocking rate on pasture and beef production from sown pastures in northern cape york Peninsula. I. Botanical and Chemical composition of the pastures. Anim. Husb., 17: p. 66-74, 1977.