

ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS CULTIVADAS

[Domicio do Nascimento Jr.](#)

1 Prof. Titular, UFV-DZO, Viçosa-MG; Fone (031) 899-3300; @mail: domicio@mail.ufv.br

Introdução

Pastejo é o processo pelo qual os animais consomem plantas para adquirir energia e nutrientes. Manejo de pastejo envolve o controle deste processo pelo homem, especialmente pela manipulação dos animais com o objetivo de otimizar a produção. Ambos, pastejo e manejo, ocorrem dentro de sistemas ecológicos e são, portanto, sujeitos ao mesmo conjunto de princípios ecológicos que controlam o funcionamento do sistema (BRISKE e HEITSCHMIDT, 1991). Ecologia do pastejo refere-se a análises das influências bióticas e abióticas no processo de pastejo. Pastejo geralmente refere-se ao processo de remoção parcial ou completa das partes aéreas, vivas ou mortas das plantas herbáceas (HODGSON, 1979), e a ecologia do pastejo tem por objetivo entender as interações da interface planta-animal (Heady e Child, 1994, citado por SHANKAR E SINGH, 1996).

Ecossistema de pastagens brasileiras

No Brasil tropical/subtropical existem pastagens cultivadas em três biomas básicos, segundo POTT (1989): florestas, savanas e campos, cada um com vários tipos florísticos e estruturais, além de ecótonos (transições). Mesmo com tantos tipos de clima e solo, às vezes têm-se a pretensão de que **uma só forrageira e as mesmas técnicas de cultivo e manejo dêem certo em quase todos os ambientes**. A derrubada de matas seguidas de queima e plantio, tanto para implantação de agricultura ou pastagens se constitui numa remoção de sistemas biológicos complexos, multiestruturados, extremamente diversificados e estáveis (PASCHOAL, 1987) e coloca em seu lugar sistemas simples e instáveis, característicos dos primeiros estágios de sucessão ecológica (Veja [Figura 1](#)). O mesmo acham POTT e COMASTRI FILHO (1995), que citando Barros Neto, afirmam que o sucesso e sustentabilidade da criação de bovinos no ecossistema do Pantanal deve-se à abundância de gramíneas.

Recentemente este assunto abrangendo os diversos ecossistemas brasileiros foi exaustivamente discutido no Simpósio sobre Pastagens nos Ecossistemas Brasileiros - *Pesquisas para o desenvolvimento sustentável* (ANDRADE, BARCELLOS e ROCHA, 1995).

Neste simpósio, MACEDO (1995), ao fazer uma análise das pastagens no ecossistema Cerrado afirma: "uma característica importante nesta região são os indícios, em anos recentes, de uma tendência de queda nos índices de produtividade, sugerindo que os sistemas de produção utilizados não tem possibilitado produtividade sustentáveis". Observação parecida fez MORAES et al. (1995) ao analisar as pastagens nos ecossistemas de clima subtropical: "o contínuo empobrecimento dos solos de pastagens tem levado a um processo de degradação destas áreas, havendo uma substituição de espécies introduzidas (*Brachiaria*, etc.) por espécies mais grosseiras como a grama mato grosso e até mesmo barba de bode, numa etapa mais avançada de degradação".

Assim, as pastagens cultivadas são comumente pastagens formadas com uma só gramínea, *Panicum maximum*, *Hyparrhenia rufa*, *Brachiaria decumbens*, etc. Ocupam grandes extensões de terra nem sempre com topografia diversa, recebem lotações nem sempre adequada, alcançando produtividade alta nos primeiros anos, decaindo com o passar do tempo (DANTAS, 1980). Segue-se uma invasão progressiva de ervas daninhas, chegando ao ponto de completa degradação, caso medidas de manejo e culturais não sejam adotadas. Em tempos recentes a introdução de leguminosas importadas da Austrália apresentaram

desempenho pouco satisfatórios principalmente pelo baixo pH, alta toxidez de Al^{+3} , baixa capacidade de troca e alta fixação do P em solos sob Cerrados. Sem dúvida nenhuma é preciso atentar para o que afirma MARASCHIN (1997), que o traslado tecnológico não encontra respostas para o animal a campo.

Sustentabilidade do ecossistema de pastagem

Os efeitos que chamamos de degradação, são de fato, mudanças no sistema solo, de formas que um novo balanço pode ser estabelecido (WILLIAMS e CHARTRES, 1991). Um ecossistema sustentável é caracterizado por: 1) grande quantidade de matéria circulando entre o solo e a cadeia alimentar da comunidade; 2) as entradas e saídas de matéria estão essencialmente em balanço ([Figura 2](#)). Assim, a maioria dos sistemas naturais tendem a aproximar um sistema fechado, ou seja, as entradas e saídas estão em equilíbrio. O conceito de sustentabilidade tem sido interpretado, segundo GUPTA e VIRASMALIK (1996) citando alguns autores, enfatizando aumento e estabilidade na produção, conservação dos recursos naturais, viabilidade econômica e igualdade entre geração. Um ecossistema em degradação é aquele com mais saídas do que entradas (WILLIAMS e CHARTRES, 1991). Interessante é que MYERS e ROBBINS (1991) afirmam que, desde que a espécie de interesse seja mantida, a produtividade da pastagem degradada é mantida, embora em níveis relativamente mais baixos. A degradação é, portanto, o equilíbrio normal. Anteriormente, WESTOBY et al. (1989) propuseram um modelo de "estado-e-transição" em contraste com o modelo conhecido de sucessão vegetal. Neste modelo, a vegetação é vista como se encaixando no "estado" de persistência com períodos de "transição" entre eles. Assim é que, quanto mais a pastagem tenha se degradado na fase de "transição" maior será a dificuldade em sua recuperação. JONES (1992), testou este modelo em uma pastagem consorciada de Siratro e Setária, estabelecida em 1968 e superpastejada por um período de formas que, em 1977 ela estava inteiramente tomada por *Digitaria didactyla* e *Axonopus affinis*. O autor chegou a conclusão que o uso do pastejo deferido para recuperar o estado inicial foi progressivamente menos eficaz a medida que se avançou no período de transição.

A introdução de uma nova espécie no sistema aumenta a produção primária pela eliminação da competição com material geneticamente superior (Pimentel et al. 1980, citado por BRISKE e HEITSCHMIDT, 1991). A introdução de uma nova espécie também minimiza o pastejo seletivo ao substituir o sistema multi-espécie.

A falta de estabilidade na produção e a degradação são comuns em quaisquer dos ecossistemas considerados (TOLEDO e FORMOSO, 1993). A ocorrência de degradação ou falta de sustentabilidade pode ser causada por fatores endógenos e exógenos. Entre os fatores endógenos podem-se mencionar a fertilidade do solo, acidez, baixa disponibilidade de nutrientes e no tocante ao clima ressalta-se a extensão da estação seca. Os fatores exógenos consistem de todos os elementos socioeconômicos externos ao componente físico-biológico de um sistema de produção.

Pode-se verificar na [Figura 1](#) uma relação entre tipo de solo representado pela transição da rocha recém exposta até a floresta com um aumento concomitante do fluxo de nutrientes entre as diversas partes. Este fluxo passa a ser maior nesta comunidade mais diversificada e estável que representa o clímax, na sucessão ([Figura 3](#)).

O ecossistema de pastagens monoespecífica forma uma comunidade com o animal em pastejo e tem, segundo MIDDLETON e SMITH (1978), seus limites bem definidos, consistindo do solo que suporta as plantas pastejadas pelos animais, dos resíduos destas plantas e dejetos animais, microrganismos que decompõem os resíduos, minerais solúveis e insolúveis, e os gases atmosféricos. Estes componentes estão ligados pela cadeia alimentar e pelos fluxos de energia, gases, água, etc.

Desta forma, em qualquer área limitada, o desenvolvimento do clímax climático, em equilíbrio com as condições ambientais, pode ser alterado por circunstâncias especiais, tais como, interferência humana, pela aplicação de fertilizantes, controle de pragas, tipo e intensidade do pastejo, e outros ([Figura 4](#)).

O ecossistema constituído por pastagem cultivada caracteriza-se por ser simplificado, floristicamente pobre, e

incapaz de se auto-sustentar, dependendo sobremaneira da interferência do homem. É um ecossistema aberto, num dos seus pontos, pela exportação de quantidades variáveis de nutrientes, sob forma de produtos animais (DANTAS, 1980). Geralmente nas áreas de produtividade animal os interesses econômicos determinam a manutenção da capacidade máxima do meio ambiente com altas taxas de lotação (ALHO, 1986). O que se observa nessas áreas é uma grande sazonalidade, que altera a produtividade primária, resultando numa adversidade recíproca entre ambiente e animais.

Falesi citado por SERRÃO e FALESI (1977), encontraram que tanto em Mato Grosso como em Paragominas, as alterações se verificaram logo após a queima da vegetação florestal, principalmente no que se refere a pH e, conseqüentemente, ao alumínio trocável, cálcio, magnésio, soma de bases, saturação de bases trocáveis e, em alguns casos, no fósforo assimilável. Todos estes elementos aumentam no solo imediatamente após a formação das pastagens, havendo em alguns casos um decréscimo de valores no segundo ou terceiro ano, para logo em seguida se estabilizarem. Carbono, nitrogênio e matéria orgânica são reduzidos. Em um estudo sobre algumas alterações ecológicas das pastagens da Amazônia, DANTAS (1980) considerou três tipos de alterações introduzidas ao se passar de floresta para pastagem cultivada. Do ponto de vista químico, o solo recebe inicialmente um afluxo de nutrientes liberados pela queima da fitomassa aumentando o pH e os teores de Ca, P, Mg e K, e diminuindo a saturação de Al^{+3} . Do ponto de vista físico, há uma maior compactação do solo como demonstram dos dados de Bandeira, citados por DANTAS (1980) quando os solos sob floresta apresentaram uma infiltração de água, em mm/min, da ordem de 459, contra 107 nos solos sob pastagens. ALEGRE e LARA (1991) trabalhando com pastagens consorciadas, no Peru, encontraram que a taxa de infiltração no solo que era de 12,7 cm/hora, passou para 4,1 cm/hora após cinco anos de pastejo. Em um experimento realizado por Macedo e Bonno, relatado por MACEDO (1995), com o objetivo de recuperação de uma pastagem degradada, concluiu-se que algumas propriedades físicas importantes, tais como, permeabilidade, macroporosidade, capacidade de retenção de umidade e resistência à penetração foram alteradas para patamares inferiores após a remoção da vegetação natural e uso do solo. O autor chama a atenção que este fato é verdadeiro principalmente nas espécies de gramíneas cespitosas, tais como, *Panicum maximum* cv Tobiatã, sujeitas a vazios na cobertura e maior exposição do solo e pisoteio animal direto. HOTL et al. (1996) também encontram que a deterioração das propriedades hidráulicas do solo, em pastagens pastejadas pesadamente, estavam associadas com o efeito do pisoteio pelos animais. Em Carimagua, CO, GIJSMAN e THOMAS (1996), avaliaram os efeitos de pastagens de gramínea pura e consorciada, com diferentes taxas de lotação, nas condições físicas de um oxisolto previamente coberto por savana. A densidade aparente não foi afetada e a resistência a penetração foi afetada pela presença da leguminosa e taxa de lotação mas com valores insignificantes para qualquer importância prática. A taxa de infiltração da água foi mais alta na pastagem consorciada e diminuiu com o aumento da taxa de lotação em ambos tipos de pastagens. Os autores atribuíram as diferenças nas propriedades do solo a diferenças do sistema radicular dos tipos de pastagens, e pela diferenças na biomassa, composição e distribuição da fauna do solo, especialmente minhocas. O efeito negativo do pisoteio na porosidade e retenção de água foi também observado por KOUTIKA et al. (1997) em solos ricos em matéria orgânica da Amazônia.

Do ponto de vista biológico, a microfauna de pastagens torna-se mais pobre em número de espécies apesar do maior número de indivíduos por espécie, o que foi atribuído ao fato de que as poucas espécies que conseguem sobreviver no novo ambiente encontram um imenso nicho vazio (DANTAS, 1980). Os microorganismos do solo tem um papel chave na reciclagem e disponibilidade de nutrientes necessários pelos processos biológicos, formação de matéria orgânica do solo, decomposição de resíduos orgânicos e desintoxicação de contaminantes do solo. A dinâmica da matéria orgânica e a interação entre plantas, micróbios e processos físico-químicos influenciam a disponibilidade de nutrientes e água para as plantas (GUPTA e VIRASMALIK, 1996, citando vários outros autores).

ALVIM (1972) analisando o desafio agrícola da Amazônia perguntou: "será que paga?". DANTAS (1980) acha que com relação às pastagens, há outras opções antes das pastagens cultivadas, especialmente no caso da Amazônia. Afirmar também que do ponto de vista ecológico, é impróprio derrubar uma floresta para implantar pastagens. Isto porque as poucas espécies introduzidas não são capazes, na maioria das vezes, de

efetuarem um estabelecimento eficiente e se manterem em equilíbrio dinâmico sem comprometimento da durabilidade do sistema e com a necessidade maior de cuidados para mantê-lo em funcionamento. FISHER et al. (1994) acha que longe de ser ambientalmente degradante, pastagens melhoradas podem preencher a necessidade restaurativa em sistemas tropicais que já foi reconhecido em tempos pré-romanos para sistemas Mediterrâneos, e tem um papel importante na estabilização do ciclo global do carbono e minimiza o efeito estufa do CO₂ atmosférico. No entanto, os ambientes mais favoráveis para pastagem são os derivados de terras florestadas, pois das 40 gramíneas de pastagens cultivadas, nenhuma é de campos naturais clímax, são mesófilas de margens de florestas e savanas (TOTHILL et al. 1978). Segundo ainda o mesmo autor, as forrageiras são essencialmente espécies pioneiras ou de estágios iniciais de sucessão, e a estabilidade da pastagem consiste em manter esses estágios sucessionais, onde a herbivoria evita o acúmulo de biomassa.

Efeitos do pastejo

A captura inicial da energia solar pela vegetação, a eficiência da utilização da vegetação pelos animais, e a eficiência com que a energia ingerida é convertida em tecido animal formam o principal processo de transferência no sistema de pastejo. Nas pastagens tropicais a utilização pelos animais (consumo) está em torno de 30% da produção primária, de formas que, somente os nutrientes contidos em 30% da matéria seca são consumidos pelos animais, e destes, 80-90% são excretados (BODDEY et al. 1995).

O dilema básico da exploração do

O pastejo provoca dois impactos principais na planta, um negativo e outro positivo. De forma negativa ele reduz a área foliar pela remoção dos meristemas apicais, reduz a reserva de nutrientes da planta e promove uma mudança na alocação de energia e nutrientes da raiz para a parte aérea a fim de compensar as perdas de tecido fotossintético. Inversamente, o pastejo beneficia as plantas pelo aumento da penetração da luz dentro do dossel, alterando a proporção de folhas novas, mais ativas fotossinteticamente, pela remoção de folhas velhas e ativando os meristemas dormentes na base do caule e rizomas (KEPHART et al., 1995), especificamente no caso de pastejo não seletivo. No ecossistema da pastagem o animal afeta o compartimento produtor primário diretamente e outros compartimentos tais como, decomposição, ciclagem de minerais no solo, etc., indiretamente. Os efeitos físicos do pastejo são: pisoteio, manchas de esterco e dispersão de sementes. Os animais enquanto movendo pela pastagem perturbam o solo com seus cascos, quebram a crosta superficial do solo melhorando assim a percolação da água (Mertia, citado por SHANKAR e SINGH, 1996). Além da remoção e redistribuição de nutrientes, o pastejo muda o balanço da energia na superfície do solo, e altera a colonização por plantas.

Considerando a reciclagem de minerais em um ecossistema da pastagem, a união com o solo assume uma importância crucial. Assim é importante considerar a interação solo-planta-animal no contexto da ecologia do pastejo. Segundo BALL e RYDEN (1984), o nitrogênio removido de uma pastagem soma somente cerca de 5-20% do total do Nitrogênio consumido pelos animais. O pastejo afeta a reciclagem de nutrientes ao acelerar a mineralização devido a diminuição do tamanho das partículas vegetais através da mastigação e ruminação e porque apenas pequena porção dos nutrientes consumidos é utilizada na produção animal, sendo que a maior parte retorna ao sistema via urina e fezes (NABINGER, 1996). Assim, o pastejo altera a distribuição de N, acelera a ciclagem do N e aumenta a vulnerabilidade da pastagem a perdas de N. A excreção animal pode acelerar a reciclagem de nutrientes aumentando assim a produtividade conforme Buschbacher citado por BUSCHBACHER (1987). Por outro lado, a natureza concentrada e móvel das excreções aumenta o potencial para lixiviação, aumentando a perda de nutrientes do ecossistema da pastagem, fato este que, a longo tempo afeta a sua sustentabilidade. Não há dúvida que a disponibilidade de nutrientes constitui o principal fator limitante em qualquer ecossistema, seja ele natural ou cultivado.

As estimativas analisadas por BRISKE e HEITSCHMIDT (1991) demonstram a grande importância do

pastejo para o suprimento de alimentos para os homens em uma base global. Aumentos consideráveis na produção secundária podem ser obtidos com pequenos aumentos na eficiência ecológica resultantes de estratégias de manejo eficientes. Um aumento combinado de somente 0,01% na eficiência da colheita e conversão, potencialmente, aumentaria a produção secundária em cerca de 75 bilhões de MJ (1 caloria = 4,19J; 1J = 0,24 calorias; 1 kg de planta e tecido animal contém aproximadamente 19,7 e 23,5 MJ).

Como mencionado anteriormente, o funcionamento do ecossistema pode ser visto principalmente sob dois pontos de vista: fluxo de energia e ciclos químicos. Estes na realidade representam processos fisiológicos dentro do ecossistema (HOLECHECK, et al., 1989). A pergunta que tem intrigado os cientistas e técnicos envolvidos com o manejo de pastagens é que menos de 1% da energia solar é possível de utilização para fotossíntese, e uma porção menor ainda da produção aérea primária é usada pelos herbívoros.

ROHWEDER e ALBRECHT (1995), são defensores de práticas de manejo que evitem grandes desequilíbrios no sistema, como por exemplo, a destruição da cobertura vegetal, aparecimento de ervas daninhas e arbustos, e distribuição desigual das excreções animais.

No entanto, deve-se ter em mente que a forragem produzida em uma pastagem permanente tem pouco valor econômico a não ser que seja consumida por animais ruminantes os quais, aliás, a utilizam de forma eficiente. Geralmente, ovinos e caprinos obtêm 90%, o gado de corte acima de 80% e o gado leiteiro mais do que 60% de suas necessidades a partir de forragens armazenadas e pastagens.

Como responder a preocupação de LEVIN (1993), qual seja: "Sob que condições o aumento de produtividade da pastagem é resultante da mudança de pastejo leve para pesado?"

Há uma redução na produção primária potencial se a desfolhação pelo pastejo é muito intensa ou muito freqüente. A adubação intensiva e freqüente tem que levar em consideração a disponibilidade econômica, as perdas com o tempo e a capacidade instalada de fábricas de adubos. No entanto, há grande diferença entre espécies de gramíneas e pastagens com relação a resposta a pressões excessivas de pastejo. HODGSON (1989) menciona que a compreensão da inter-relação entre planta e animal tem sido inibida pela ênfase dada à taxa de lotação, como uma variável experimental em estudos de pastejo, em detrimento de estudos baseados no controle do fluxo de tecidos na pastagem. WALKER (1995), no entanto, argumenta que a taxa de lotação é a variável mais importante no manejo do pastejo. Se a taxa de lotação não estiver próxima do nível adequado nenhum objetivo será alcançado não importando o manejo utilizado.

Segundo KEPHART et al. 1995, duas linhas de pensamento surgiram recentemente a partir de estudos ecológicos do impacto do pastejo no ecossistema da pastagem. A primeira é a importância dos processos abaixo do nível do solo. Ainda que um aumento, a curto prazo, na produção primária líquida aérea possa ser verificada como resposta do pastejo pesado, a produtividade da pastagem, a longo prazo, diminui rapidamente com a partição dos recursos pelas gramíneas acima do solo. O segundo ponto é a importância da disponibilidade de N. Embora a produtividade, a curto prazo, aumente em resposta ao aumento de N, um declínio na produtividade da pastagem ocorrerá se o aumento das perdas de N, associadas com os herbívoros, não sejam balanceados por reposições crescentes.

Do total de energia recebida como radiação solar (30 000 GJ/ha/ano), somente 1% é fixada pela fotossíntese, na planta, como material estrutural, segundo SNAYDON (1981)([Figura 5](#)). O restante é usada na transpiração, ou é refletida de volta para a atmosfera. Da energia fixada pela fotossíntese (300 GJ/ha/ano), cerca de 30% é perdida como respiração.

A matéria seca produzida durante um ano a partir de um dossel de aproximadamente 3 ton/ha, contendo 50 GJ/ha é de cerca de 200 GJ/ha/ano. Somente 25% é consumida por um novilho em pastejo (50 GJ/ha/ano). Cerca de 30% da forragem consumida por um novilho não é digerida e é excretada na forma de esterco. O ganho de peso anual é equivalente a 5 GJ/ha/ano.

A produtividade primária, segundo BRISKE e HEITSCHMIDT (1991) é limitada por duas categorias de limitações ecológicas. A primeira está relacionada com a quantidade de energia solar recebida e que está dentro do espectro efetivo para fotossíntese, cerca de 45%. A segunda refere-se as limitações de água, temperatura, e disponibilidade de nutrientes. Com relação a produtividade secundária (crescimento animal/área/tempo), é também limitada por duas categorias de limitações ecológicas. A primeira é a inabilidade dos animais em consumir a maior parte da produção primária e a segunda refere-se a qualidade da produção primária (valor nutritivo).

Com relação a influência da intensidade de pastejo no fluxo de energia, NABINGER (1996) usou dados de Correia (1993), onde a pastagem foi utilizada em pastejo contínuo com pressões de pastejo de 4, 8, 12, e 16 kg de MS/100 kg de PV/dia. A relação PAR/produção primária aérea (MJ/MJ), foi 0,14; 0,30; 0,36 e 0,39, nos respectivos tratamentos. A baixa eficiência observada quando se fez a relação PAR/produção secundária, em MJ/MJ, foi de 0,011; 0,021; 0,013 e 0,016, respectivamente, mostra a baixa eficiência do processo de transferência dentro do sistema, mas também indicam que o ajuste da carga animal pode melhorá-la. O que acontece é que quando se usa baixa pressão de pastejo há maior sobra de forragem. Por outro lado, consumo máximo por hectare é alcançado em uma pastagem mantida a IAF que é substancialmente menor do que o IAF ótimo para fotossíntese (PARSONS et al., 1988). Embora a fotossíntese seja a força motora para todos processos de crescimento vegetal, a produção total de matéria seca (PMS) é determinada por processos integrados no dossel, principalmente pela interceptação da luz e por consequência do IAF, estrutura do dossel e pela duração da área foliar (DAF). Os processos não são linearmente relacionados de formas que os efeitos na PMS devido a mudanças na eficiência de conversão de energia da radiação para matéria seca são menores do que aqueles associados com o IAF. Fotossíntese é muito menos sensível a mudanças das condições ambientais do que o desenvolvimento da área foliar (LAWLOR, 1995).

Já os baixos valores observados na conversão da PAR incidente em produção secundária estão relacionados, sem dúvida alguma, com o aumento da senescência da forragem não consumida. MARASCHIN (1996) afirma que a área foliar residual é a grande determinante da capacidade de rebrotação das pastagens sob pastejo, e isto está relacionado com o sistema de produção, pois o rendimento animal tende a ser maior com maiores ofertas de forragem. O grande dilema que surge é que a produção primária e a utilização eficiente da biomassa não podem ser maximizadas simultaneamente por causa da contribuição da área foliar em ambos os processos. Isto não será feito dentro do paradigma de desenhar melhores sistemas de pastejo mas necessitará de uma nova perspectiva para este velho problema de manipulação da seleção da dieta (WALKER, 1995). Há de se considerar também as distribuições horizontal e vertical da biomassa pois uma simples disponibilidade de x kg de matéria seca por hectare pode acontecer em diversas combinações de altura e densidade (CARVALHO, 1997).

PINTO e SÁ (1989) recomendam que as medidas a serem tomadas visando maximizar a conversão de energia em biomassa de forragem podem, ser agrupadas da seguinte maneira:

- . medidas voltadas a ajustar as espécies ou genótipos às condições do ambiente e,
- . medidas voltadas para adequar o manejo das áreas ocupadas por forrageiras.

Sem dúvida nenhuma a produção primária em uma pastagem é limitada pelo suprimento de nutrientes essenciais e água, ou por temperaturas desfavoráveis. Variações nestes fatores que possam limitar a produção primária potencial definem diferenças entre ecossistemas e a racionalidade usada para manejá-los.

Efeito do pastejo na reciclagem de nutrientes

Um outro processo fisiológico importante dentro do ecossistema é a reciclagem de nutrientes. O consumo da vegetação pelos animais introduz um nível trófico adicional entre os produtores primários e os decompositores.

CORSI e MARTHA JR. (1997) comentam que parece muito simples a manutenção da fertilidade do solo desde que se utilizem, de análises freqüentes, dos níveis de suficiência dos nutrientes no solo. No entanto, quando o animal é considerado no complexo solo-planta-animal, as alterações da fertilidade ficam menos previsíveis devido a introdução de novas variáveis, tais como, pressão de pastejo, taxa de lotação etc. O animal em pastejo remove somente uma pequena quantidade de nutrientes da pastagem na forma de produto mineral; o restante é excretado. A retenção do nutriente consumido varia de 5 e cerca de 30%, com o menor valor retido no corpo animal e o maior no leite (RUSSELLE, 1997). O mesmo autor, citando Sale e Blair, afirma que em um ganho de 500 kg de peso vivo 12 kg de P, 1 kg de K e 0,75 kg de S são removidos e em 5000 kg de leite por hectare, 30 kg de N, 5 kg de P, 6 kg de K, e 2 kg de S são removidos da fazenda. Segundo Gerrish, citado por ROHWEDER e ALBRECHT (1995), os animais concentram suas excreções em locais de adensamento dos animais. Níveis de potássio foram da ordem de 10 vezes maiores e fósforo, 4-5 vezes maiores, nestas áreas. Os condicionantes que favorecem esses gradientes de nutrientes são as aguadas, saleiros, cochos, etc. Piquetes tendo uma relação comprimento/largura muito alta e distâncias muito longas até as aguadas também ocasionam concentrações. CORSI e MARTHA JR. (1997) citando diversos autores, com relação a quantidade de nutrientes exportados através de produtos animais, comentam que os resultados encontrados podem sugerir que sistemas de produção baseados em pastejo seriam, praticamente, auto-sustentáveis. Afirmam, porém, que os animais sob pastejo interferem, significativamente alterando a distribuição e a eficiência no aproveitamento dos nutrientes reciclados.

Na maioria dos ecossistemas de pastagens, N é o principal nutriente que limita o crescimento. MAZZANTI e LEMAIRE (1994) demonstraram que o efeito da redução da aplicação de N no consumo de forragem é proporcionalmente muito mais importante do que na taxa de crescimento da forrageira. Em consequência, a eficiência da utilização da forragem em condições de pastejo contínuo é reduzida quando a nutrição de N torna-se limitante para o crescimento forrageiro. Trata-se de um efeito indireto devido a redução na taxa de lotação, nos níveis mais baixos de N, a qual leva a uma menor freqüência de desfolhação de perfilhos individuais. Em situação de desfolhação contínua, a produção de folhas por perfilhos foi ligeiramente reduzida pela deficiência de N quando comparada com a grande redução na densidade de perfilhos que resultou em uma redução na produção forrageira por hectare (MAZZANTI et al. 1994).

O nitrogênio não é um componente da rocha matriz, a qual é a fonte da maioria dos nutrientes minerais. Além do mais a grande quantidade de N_2 na atmosfera não está disponível para as plantas. Assim, a reciclagem de nitrogênio no ecossistema é um importante regulador das produções primárias e secundárias (KEPHART et al. 1995). A questão que se apresenta é se estas contribuições de N são suficientes para contrabalançar as perdas, principalmente derivadas das excreções dos animais, de forma a manter estável o nível de N e de matéria orgânica no solo (BODDEY et al. 1993).

As razões para a taxa de mineralização relativamente lenta do N no solo sob pastagens tropicais, são complexas (MYERS e ROBBINS, 1991). Primeiro, a proporção de N orgânico no compartimento passivo do solo é alta, particularmente quando o teor de argila é alto. Portanto, mineralização do N é lenta e a maior parte do N deve vir da reciclagem dentro da planta ou da liteira. Segundo, as gramíneas tropicais são caracterizadas pelo retorno de grandes quantidades de fibra de baixa qualidade (raízes e coroas) e a mineralização desta é lenta devido a alta relação C:N.

CORSI e MARTHA JR. (1997) calcularam o balanço do nitrogênio em sistemas de produção com diferentes níveis de produtividade da planta forrageira. Admitindo-se uma produtividade inicial de 9 ton MS/ha, calculou-se uma perda de mais de 40% na produtividade em quatro anos. A taxa de lotação passou de 1 UA/ha para 0,5 UA/ha neste período. Os teores de nitrogênio nos resíduos depositados no solo influem significativamente na mineralização do carbono orgânico. Desta forma, pode-se pensar que o incremento no teor de matéria orgânica pode representar um aumento no potencial de fertilidade do solo, mas não reflete necessariamente uma melhora na sua fertilidade, uma vez que a deficiência de outros nutrientes compromete o processo de mineralização (CORSI e MARTHA Jr., 1997). Daí o aparente contra-senso descrito por

MACEDO (1995): "com o tempo sobem os teores totais de matéria orgânica no solo mas não há N suficiente disponível para manter a produtividade, principalmente em pastagens de gramíneas puras". Como liberar nitrogênio em maiores quantidades e na velocidade apropriada para garantir a sustentabilidade do sistema. CADISH et al. (1994) estudaram o balanço do nitrogênio em uma pastagem pura de *Brachiaria decumbens* e *B. decumbens* - *Calopogonium muconoides*, em uma situação de Cerrado. Foi demonstrado que a drenagem de N, na pastagem pura, pode ser revertida com a introdução de uma leguminosa na pastagem. O impacto da leguminosa no sistema foi demonstrado tanto pelo balanço positivo de N, pela adição de N₂ fixado simbioticamente, como pelo aumento de N disponível para plantas através da mineralização da matéria morta e raízes. Segundo os autores a magnitude do último efeito dependerá da palatabilidade e velocidade de decomposição da leguminosa, que governa o circuito *animal-matéria morta*, e da adição, ao solo, de N mineral-orgânico. BODDEY et al. 1993, afirmam que no Sul da Bahia, pastagens de *B. humidicola* consorciadas com *D. ovalifolium* e implantadas em 1987/88 apresentam deposição de grande quantidade de matéria orgânica pobre em nutrientes e que isto pode ser a causa da falta de sustentabilidade destas pastagens, uma vez que, os nutrientes são conservados mas estão imobilizados e não disponíveis para as plantas. Nos tratamentos com taxa de lotação de 2 e 3 cabeças/ha, a deposição de liteira foi aproximadamente igual, porém na taxa de lotação de 4 cabeças/ha, a deposição de liteira foi menor. O teor de N foi muito menor na taxa de lotação mais alta e pouco diferente nas taxas de lotação de 2 e 3 cabeças/ha.

CANTARUTTI (1996) trabalhando com estas pastagens, (*B. humidicola* em monocultivo e consorciada com *Desmodium ovalifolium*), chegou a conclusão que *D. ovalifolium* favoreceu a dinâmica de N no solo das pastagens consorciadas, proporcionando aumento no fator capacidade de N (poder de suprimento do solo) e aumentando o fator intensidade (disponibilidade de N). A principal evidência foi a redução no tempo de reciclagem do N no solo da pastagem consorciada, favorecendo, assim, a produtividade e sustentabilidade destas pastagens. Segundo ainda CANTARUTTI (1997), pastagens sob intensa utilização e que empregam leguminosas mais palatáveis, o fluxo através do animal é maior. Nas pastagens tropicais, em que a utilização da forragem disponível é inferior a 40% e cultivam-se leguminosas de menor palatabilidade, uma maior proporção de N recicla através dos resíduos vegetais. Desta forma, espécies menos consumidas no período das chuvas ganhariam capacidade de competição com gramíneas e beneficiariam de forma mais intensa o sistema (BARCELLOS e VILELA, 1994). No entanto, segundo os autores, esta afirmação não é totalmente verdadeira, pois deve-se considerar a capacidade de fixação simbiótica diferenciada entre as espécies. Na Austrália, JONES et al. (1995), conduziram um experimento para verificar o efeito da aplicação de N (100 kg/ha/ano) e do superfosfato (187 kg/ha/ano) na degradação gradual de pastagens de capim-colômbio estabelecido em 1968 em um solo fértil. Eles chegaram a conclusão que a degradação pode ser aliviada com o uso de baixas taxas de lotação. Em altas taxas, a aplicação de N pode reverter a situação. No entanto, segundo os autores, esta alternativa não é atrativa comercialmente, uma vez que, o retorno bruto de 146 dólares por hectare, baseados em 1,30 dólares por quilo de peso vivo necessita de 160 dólares para comprar e aplicar o nitrato de amônia (preços de 1995). O principal problema para se manter uma pastagem mista (consorciada) é, sem dúvida nenhuma, a dificuldade de se manejar a exploração simultânea de duas culturas com ciclos biológicos altamente contrastantes (NASCIMENTO JR., 1986; CRUZ e SINOQUET, 1993). LASCANO (1991), porém, afirma que a principal dificuldade com uma pastagem consorciada é manter um balanço adequado dos componentes através do tempo. Sugere, que o sistema de pastejo pode ser muito mais importante do que a intensidade de pastejo na manutenção do balanço gramínea/leguminosa ao longo do tempo. BARCELLOS (1996), no entanto, afirma que as leguminosas forrageiras, consideradas como elemento fundamental nas pastagens (Cerrados), para superação dos baixos níveis de produção animal, continuam sem expressão nos sistemas de produção.

Por outro lado, EUCLIDES et al. (1993) e MACEDO et al. (1993) constataram que a queda de P na matéria seca estava diretamente associada à sustentabilidade da produção de pastagens de *Panicum* e *Brachiaria*. FISHER et al. (1994), afirmam que pastagens puras de *Brachiaria*, recebendo manutenção anual de P e K, têm mantido produções constantes por períodos de 8 a 16 anos, sem nenhum sinal de declínio.

Finalmente não se pode esquecer, como já dito anteriormente, Jenny em 1961, citado por HOLECHECK et

al. (1989) que o ecossistema é uma interação entre o solo, os animais, a vegetação e o ambiente.

Desta forma, para manejo de pastagens cultivadas é preciso encontrar a melhor combinação de três fatores principais: crescimento da planta, utilização e desempenho animal, para alcançar máxima eficiência e a reciclagem de nutrientes, com especial atenção ao nitrogênio uma vez corrigido a deficiência dos outros elementos essenciais. Em ecossistemas de pastagens cultivadas, por exemplo, havendo deficiência de P, o nitrogênio assume importância como principal nutriente. Ou em outras palavras, o melhor manejo para maximizar a produção animal por área é aquele que otimiza o processo de captura da energia solar, a eficiência da colheita, e a eficiência da conversão dentro do sistema.

As perguntas que ficam então são:

- . qual o sistema mais eficiente para transferência da energia fixada na vegetação para os animais sem comprometer a estabilidade do sistema?
- . quais as fontes mais eficientes de acréscimo do nitrogênio ao sistema e quais as principais vias de perdas do sistema?

Comentários finais

A literatura apresenta muitas respostas para estas questões e FARIA et al. (1996) chamaram a atenção para a necessidade de uma cruzada nacional para mudança de concepção em todos os segmentos que trabalham com pasto, visando ao aproveitamento mais racional da potencialidade desse recurso produtivo. TAYLOR (1989) comenta que o desafio da pesquisa na interface planta-animal é derivar relações significativas desta relação. Desta forma, e SHANKAR e SINGH (1996) afirmam que a maioria dos pesquisadores em pastagem não tem uma ligação ou orientação direta com ecologia do pastejo como um dos objetivos de estudos. O principal foco de muitos estudos em ecologia de pastagem são nos aspectos isolados da planta ou do animal e geralmente são omissos nas interações planta-animal e solo-planta-animal. Para melhor ilustrar os autores apresentam duas figuras, a primeira, [Figura 6](#), mostra os aspectos estruturais da ecologia do pastejo e a [Figura 7](#) mostra os aspectos funcionais.

É preciso lembrar também, das palavras de AFFIN e ZINN (1996), "que a inércia cultural reducionista de abordar aspectos isolados do agroecossistema e não se lembrar dos meios biofísico e socioeconômico no qual ele está inserido, é um grande obstáculo para os pesquisadores brasileiros".

Afinal de contas o pastejo é um processo intermediário importantíssimo entre a utilização da luz solar pelas pastagens e o consumo de carne pelo homem, relativamente barato. Não podemos esquecer também que uma questão importante também é como abordar o dilema da eficiência de produção de carne com suas implicações econômicas e sobretudo sociais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Affin, O.A.D.; Zinn, Y.L. Sustentabilidade dos sistemas nos Cerrados. In: Pereira, R.C. e Nasser, L.C.B., Eds., VIII Simpósio sobre o Cerrado – Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados. EMBRAPA, Brasília, DF. 1996.

Alegre, J.C.; Lara, P.D. Efecto de los animales en pastoreo sobre las propiedades físicas de suelos de la región tropical húmeda de Perú. Pasturas Tropicales, v. 13, n.1, p:18-23, 1991.

Alho, C.J.R. Pastagem nativa: interdependência ecológica. In: Moura, J.C., Ed., Simpósio sobre produção animal. Anais do 3º ..., Fundação Cargill, Campinas, SP. 1986.

Alvim, P.T. Desafio agrícola da Região Amazônica. Ciência e Cultura, v.24, n.5, p:437-443. 1972.

Andrade, R.P.; Barcellos, A.O.; Rocha, C.M.C. Anais do simpósio sobre pastagens nos ecossistemas brasileiros – Pesquisas para o desenvolvimento sustentável. Sociedade Brasileira de Zootecnia, Brasília, DF, 1995.

Ball, P.R.; Ryden, J.C. Nitrogen relationships in intensity managed temperate grasslands. Plant and Soil. 76:23-33. 1984.

Barcellos, A.O.; Vilela, L. Leguminosas forrageiras tropicais: Estado da arte e perspectivas futuras. In: Cecato, U.; Santos, G.T.; Prado, I.N.; Moreira, I. Simpósio internacional de forragicultura. Anais da XXXI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Ed. da Univ. Est. de Maringá, Maringá, 1994.

Barcellos, A. O. Sistemas extensivos e semi-intensivos de produção: pecuária bovina de corte nos Cerrados. In: Pereira, R.C. e Nasser, L.C.B., Eds., VIII Simpósio sobre o Cerrado – Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados. EMBRAPA, Brasília, DF. 1996

Boddey, R.M.; Resende, C.P.; Schunke, R.M.; Alves, B.J.; Cadish, G.; Pereira, J.M. Sustentabilidade de pastagens consorciadas e de gramínea em monocultura; o papel chave das transformações de nitrogênio. In: Simpósio sobre: O meio ambiente, os recursos naturais e a produção animal. Aronovich, S.; Seixas Filho, J.T.; Thomas, J.E.; Oliveira, R.R.S. Sociedade Brasileira de Zootecnia, 30ª. Reunião Anual, Rio de Janeiro, RJ, 1993.

Boddey, R.M.; Alves, B.J.R.; Urquiaga, S. Nitrogen cycling and sustainability of improved pastures in the Brazilian Cerrados. In: Pereira, R.C. e Nasser, L.C.B., Eds., VIII Simpósio sobre o Cerrado – Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados. EMBRAPA, Brasília, DF. 1996

Briske, D.D.; Heitschmidt, R.K. An ecological perspective. In: Heitschmidt, R.K.; Stuth, J.D., Eds. Grazing management: Na ecological perspective. Timber Press, Oregon, 1991.

Buschbacher, R.J. Cattle productivity and nutrient fluxes on na Amazon pasture. Biotropica, n.19, v.3, p:200-207. 1987.

Cadish, G.; Shunke, R.M.; Giller, K.E. Nitroten cycling in a pure grass pasture and a grass-legume mixture on a red latosol in Brazil. Tropical Grasslands, v.28 n. , p:43-52, 1994.

Cantarutti, R.B. Dinâmica de nitrogênio em pastagens de *Brachiaria humidicola* em monocultivo e consorciada com *Desmodium ovalifolium* Cv. Itabela no Sul da Bahia. UFV, Tese de DS, Imprensa Universitária, Viçosa, 1996, 83p.

Cantarutti, R.B. Transferencia de nitrogênio das leguminosas para gramíneas. In: GOMIDE, J.A. (ed.) Simpósio Internacional sobre produção animal a pasto. Anais do..., Viçosa, MG. 1997. p.431.

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. UEM, Departamento de Zootecnia, Maringá, 1997.

Corsi, M.; Martha Jr., G.B. Manutenção da fertilidade do solo em sistemas intensivos de pastejo

- rotacionado. In: Peixoto, A.M.; Moura, J.C.; Faria V.P., Eds., Fundamentos do pastejo rotacionado. Anais do 14^o Simpósio sobre manejo da pastagem. FEALQ, Piracicaba, 1997.
- Cruz, P.A.; Sinoquet, H. Competition for light and nitrogen during a regrowth cycle in a tropical forage mixture. Field Crop Research, 36:21-30, 1994.
- Dantas, M. Ecosystema de pastagens cultivadas. Algumas alterações ecológicas. EMBRAPA, CNPTU, Miscelânea no. 1, 1980.
- Euclides, V.P.B.; Vieira, J.M.; Macedo, M.C.M., et al. Evaluation of *Panicum maximum* cultivars under grazing. In: International Grassland Congress; 17., 1993, Rockhampton, Austrália, Proceedings... New Zeland: 1993., p.1999-2000.
- Faria, V.P.; Pedreira, C.G.S.; Santos, F.A.P. Evolução do uso de pastagens para bovinos. In: Peixoto, A.M.; Moura, J.C.; Faria, V.P. Eds., Produção de bovinos a pasto. Anais do 13^o simpósio sobre manejo da pastagem. FEALQ, Piracicaba, 1996.
- Fisher, M.J.; Rao, I.M.; Ayarza, M.A.; Lascano, C.E.; Sanz, J.I.; Thomas, R.J.; Vera, J.J. Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas. Nature, 371:236-238, 1994
- Gilsman, A.J.; Thomas, R.J. Evaluation of some physical properties of na oxisol after conversion of native savanna into legume-based ou pure grass pastures. Tropical Grasslands, 30:237-248, 1996.
- Gupta, S.R.; Viras Malik, Soil ecology and sustainability. Tropical Ecology, 37:43-55, 1996.
- Hodgson, J. Nomenclature and definition in grazing studies. Grass and Forage Science, 34:11-18, 1979.
- Hodgson, J. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. Proc. XV Intl. Grass. Congress, Kyoto, The Science Council of Japan, 1985.
- Holecheck, J.L.; Pieper, R.D.; Herbel, C.H. Range Management-Principles and practices. Prentice Hall, Engelwood Cliffs, New Jersey, 1989.
- Holt, J.A.; Bristow, K.L.; McIvor, J.G. The effects of grazing pressure on soil animals and hydraulic properties of two soils in semi-arid tropical Queensland. Aust. J. Soil Res., 34:69-79, 1996.
- Jones, R.M. Resting from grazing to reverse changes in sown pasture composition: application of the "state-and-transition" model. Tropical Grasslands, 26:97-99, 1992.
- Jones, R.M.; McDonald, C.K.; Silvey, M.W. Permanent pastures on a brigalow soil: the effect of nitrogen fertiliser and stocking rate on pastures and liveweight gain. Tropical Grasslands, 29:193-209, 1995.
- Kephart, K.D.; West, C.P.; Wedin, D.A. Grassland ecosystem and their improviment. In: Barnes, R.F.; Miller, D.A.; Nelson, C.J. Eds. FORAGES. Vol. I: An Introduction to grassland agriculture. Iowa State University Press, Ames, Iowa, 1995.
- Koutika, L.S.; Bartoli, F.; Andreux, F. et. al. Organica matter dynamics and aggregation in soils under rain forest and pastures of increasing age in the eastern Amazon Basin. Geoderma, 76:87-112, 1997.

Lascano, C.E. Managing the grazing resource for animal production in savannas of tropical America. *Tropical Grasslands*, 25:66-72, 1991.

Lawlor, D.W. Photosynthesis, productivity and environment. *J. Exptl. Botany*, 46:1449-1461, 1995.

Levin, S.A. Grazing theory and rangeland management. *Ecol. Appl.* 3:1, 1993.

Macedo, M.C.M.; Euclides, V.P.B.; Oliveira, M.P. Seasonal changes in the chemical composition of cultivated tropical grasses in the Savannas of Brazil. : *International Grassland Congress*; 17., 1993, Rockhampton, Austrália, Proceedings... New Zeland: 1993., p.9-10.

Macedo, M.C.M. Pastagens no ecossistema Cerrados: Pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: Andrade, R.P.; Barcellos, A.O.; Rocha, C.M.C. Eds., *Anais do simpósio sobre pastagens nos ecossistemas brasileiros – Pesquisas para o desenvolvimento sustentável*. Sociedade Brasileira de Zootecnia, Brasília, DF, 1995.

Maraschin, G.E. Oportunidade do uso de leguminosas em sistemas intensivos de produção animal a pasto. In: Peixoto, A.M.; Moura, J.C.; Faria, V.P. *Fundamentos do pastejo rotacionado*. Anais do 14° *Simpósio sobre manejo da pastagem*, FEALQ, Piracicaba, 1997.

Mazanti, A.; Lemaire, G.; Gastal, F. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue swards continuously grazed by sheep. 2. Herbage growth dynamics. *Grass and Forage Science*, 49, 111-120, 1994.

Mazanti, A. e Lemaire, G. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue swards continuously grazed by sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilization. *Grass and Forage Science*, 49, 352-359, 1994.

Middleton, K.R.; Smith, G.S. The concept of a climax in relation to the fertiliser input of a pastoral ecosystem. *Plant and Soil*. V.50, p.595-614. 1978.

Moraes, A.; Maraschin, G.E.; Nabinger, C. Pastagens nos ecossistemas de clima subtropical: Pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: Andrade, R.P.; Barcellos, A.O.; Rocha, C.M.C. Eds., *Anais do simpósio sobre pastagens nos ecossistemas brasileiros – Pesquisas para o desenvolvimento sustentável*. Sociedade Brasileira de Zootecnia, Brasília, DF, 1995.

Myers, R.J.K.; Robbins, G.B. Sustaining productive pastures in the tropics. 5. Maintaining productive sown grass pastures. *Tropical Grassland*, 25:104-110, 1991

Nabinger, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: Peixoto, A.M.; Moura, J.C.; Faria, V.P., Eds. *Produção de bovinos a pasto*. Anais do 13° *Simpósio sobre manejo da pastagem*. FEALQ, Piracicaba, 1996.

Nascimento Jr., D. Leguminosas – Espécies disponíveis, fixação de nitrogênio e problemas fisiológicos para o manejo de consorciação. In: Peixoto, A.M.; Moura, J.C.; Faria, V.P., Eds. *Congresso brasileiro de pastagens '86*, Anais do... Anais do 8° *Simpósio sobre manejo da pastagem*. FEALQ, Piracicaba, 1986.

Parsons, A.J.; Leafé, E.L.; Collett, B.; Penning, P.D. Lewiw, J. The physiology of Grass production under grazing. II. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously-grazed swards. *J. Applied Ecology*, 20:127-139, 1983.

Parsons, A.J.; Johnson, I.R.; Harvey, A. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. *Grass and Forage Science*, 43, 49-59, 1988.

Paschoal, A. D. A instabilidade dos ecossistemas agrícolas. *Ciência Hoje*. V. 5, n. 28, jan-fev 1987.

Pinto, H.S.; Sá, T.D.A. Fluxo de energia e eficiência de conversão na produção de forragem. In: Favoretto, V.; Rodrigues, L.R.A. Eds., *Simpósio sobre Ecossistema de pastagens, Anais do...*, FCAVJ, Jaboticabal, SP, 1989.

Pott, A. O papel da pastagem na modificação da vegetação clímax. In: Favoretto, V. e Rodrigues, L.R.A. *Ecossistema de pastagens*. FCAVJ, Jaboticabal-SP, 1989.

Pott, A.; Comastri Filho, J.A. Pastagens no ecossistema Pantanal: Pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: Andrade, R.P.; Barcellos, A.O.; Rocha, C.M.C. Eds., *Anais do Simpósio sobre pastagens nos ecossistemas brasileiros – Pesquisas para o desenvolvimento sustentável*. Sociedade Brasileira de Zootecnia, Brasília, DF, 1995.

Rohweder, D.A.; Albrecht, K.A. Permanent pasture ecosystems. In: Barnes, R.F.; Miller, D.A.; Nelson, C.J. Eds., *FORAGES. Volume II. The Science of Grassland Agriculture*. Iowa State University Press, Ames, Iowa, 1995.

Russlle, M.P. Nutrient cycling in pasture ecosystem. In: GOMIDE, J.A. (ed.) *Simpósio Internacional sobre produção animal a pasto. Anais do...*, Viçosa, MG. 1997. p.235.

Serrão, E.A.S. e Falesi, I.C. Pastagens do trópico húmido brasileiro. In: Peixoto, A.M.; Moura, J.C.; Furlan, R.S.; Faria, V.P. Eds., *Anais do 4º Simpósio sobre manejo da pastagem*. FEALQ, Piracicaba, 1977.

Shankar, V.; Singh, J.P. Grazing ecology. *Tropical Ecology*, 37(1):67-78, 1996.

Snaydon, R.W. The ecology of grazed pastures. In: Morley, F.H.W., Ed., *Grazing Animals*. Elsevier Scientific Publ. Co. New York, 1981.

Taylor, J.A. The animal factor in pasture studies. *Proc. XV Intl. Grass. Congress, Kyoto, The Science Council of Japan*, 1985, p.98

Toledo, J.M.; Formoso, D. Sustainability of sown pastures in the tropics and subtropics. In: Baker, M.J., Ed. *Grasslands for our world*. SIR Publishing, Wellington, New Zeland. 1993.

Tothill, J.C.; Mott, J.J.; Gillard, D. Pasture weeds of the tropics and subtropics with special reference to Australia. In: Holzner, W. & Numata, N., Eds. *Biology and ecology of weeds*. The Hague, Junk Publishers, 1978.

Walker, J.W. Viewpoint: Grazing management and research now and in the next millennium. *J. Range Manage.* 48:350-357, 1995.

William, J.; Chartres, C.J. Sustaining productive pastures in the tropics. 1. Managing the soil resource. *Tropical Grassland*, 25:73-84.

Westoby, M.; Walker, B.H.; e Noy Meir, I. Opportunistic management for rangelands not at

equilibrium. Journal of Range Management 42:266-273. 1989.

 [Voltar para UFV](#)

 [Voltar para Forragicultura e Pastagens](#)

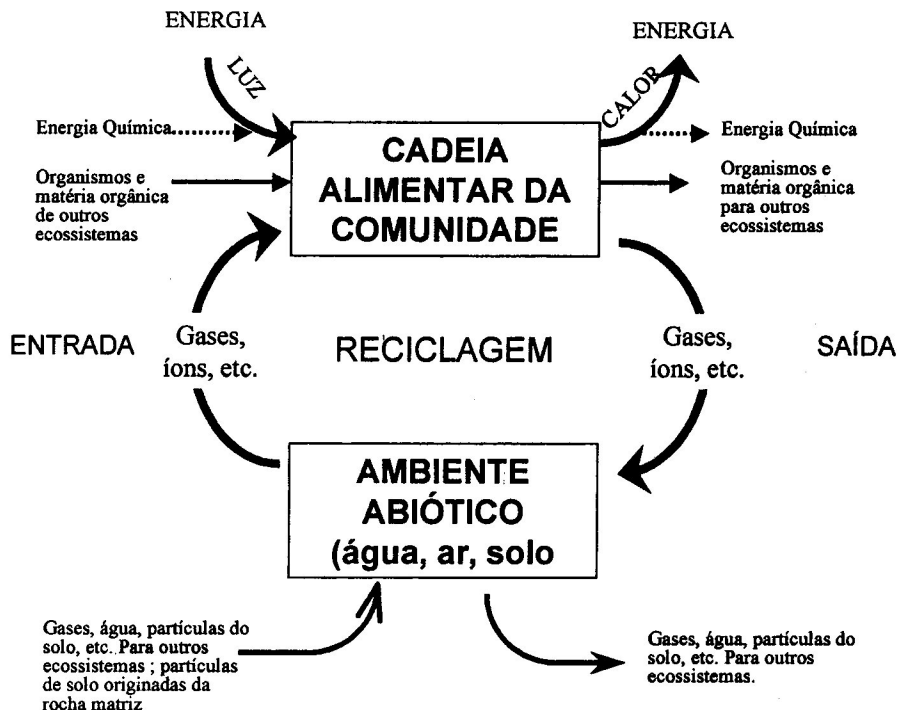


Figura 2. Fluxo generalizado de energia e matéria em um ecossistema natural.

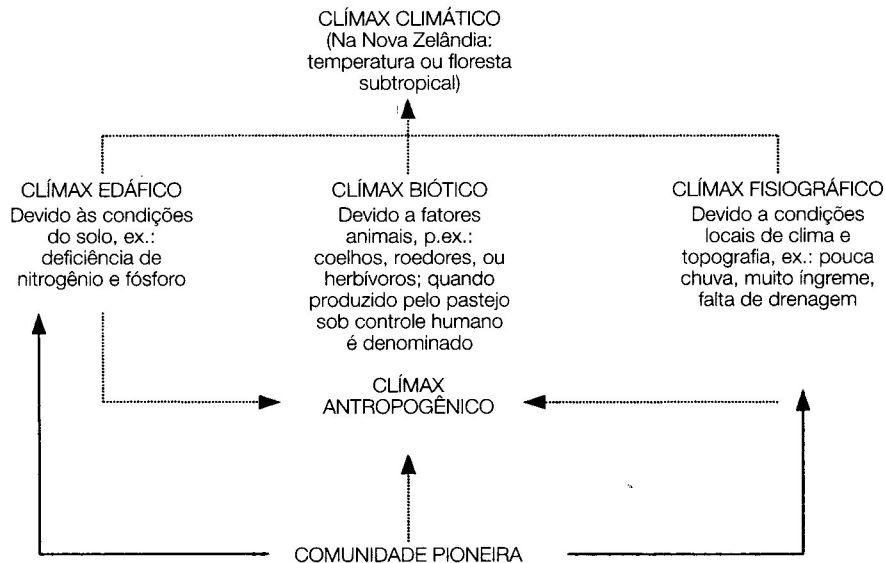


Figura 4. Desenvolvimento de clímax ecológico a partir de uma comunidade pioneira.
Fonte: Middleton e Smith, 1978.



Figura 5: Aspectos estruturais da ecologia do pastejo. Adaptado de SHANKAR e SINGH (1996)

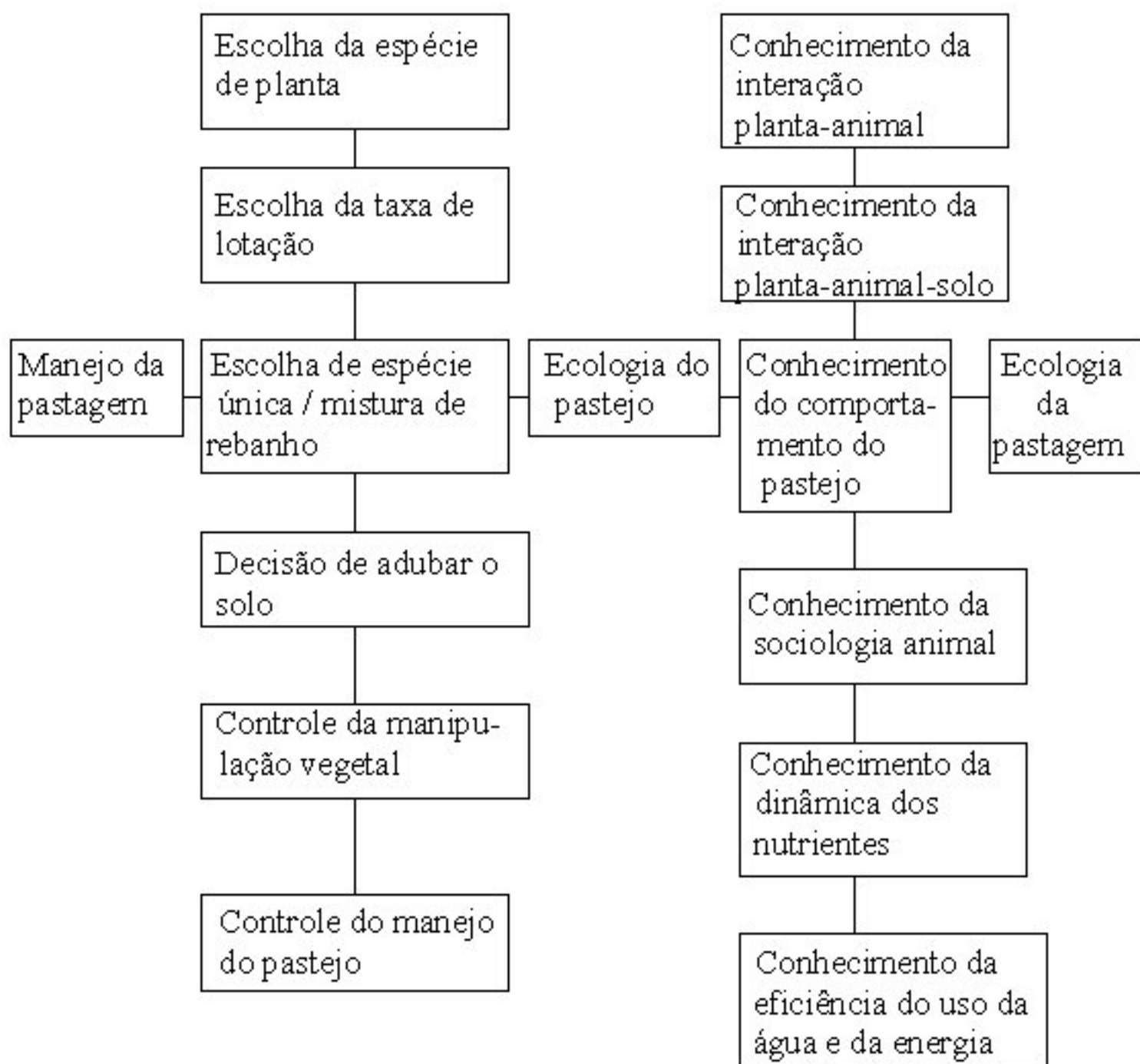


Figura 6: Aspectos funcionais da fisiologia do pastejo. (Adaptações de SHANKAR e SINGH – 1996)

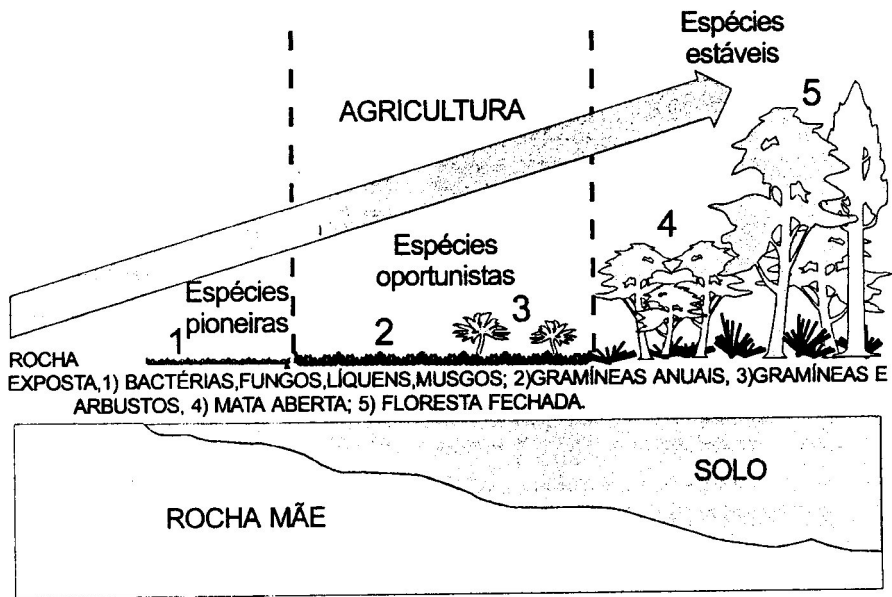


Figura 1. Esquema simplificado da sucessão de ambientes. As espécies adaptadas às condições adversas (à esquerda) apresentam grande capacidade de dispersão e usam a maior parte de seu suprimento energético na reprodução. À direita, onde a estabilidade é regra, predominam espécies capazes de vencer a competição por espaço, usando maior quantidade de energia na especialização de funções. Adaptado de PASCHOAL, 1987.



Figura 6. Aspectos estruturais da ecologia do pastejo. Adaptado do Shankar e Singh (1996).

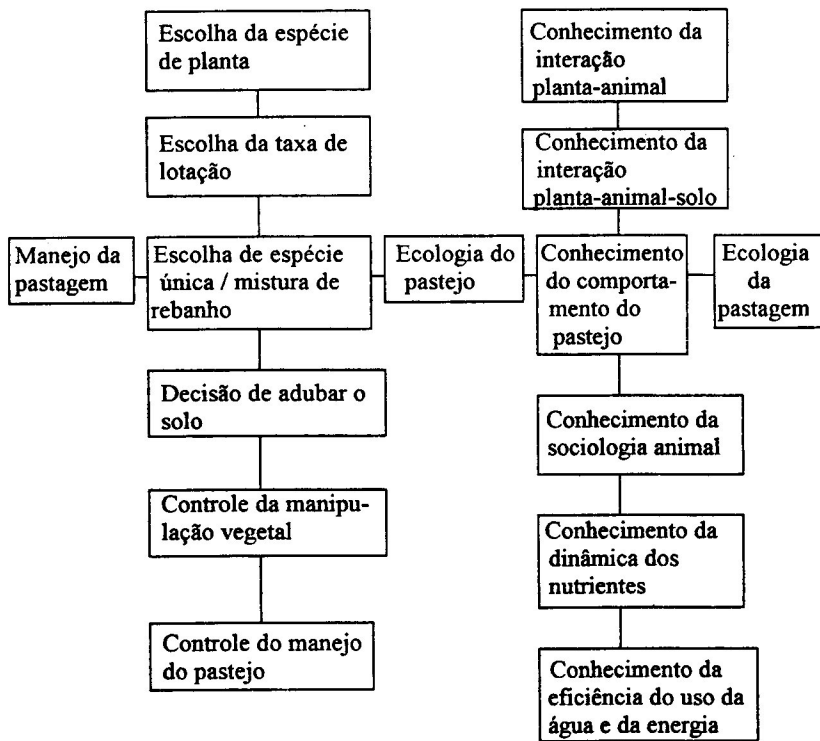


Figura 7. Aspectos funcionais da fisiologia do pastejo. (Adaptações de SHANKAR e SINGH — 1996).