

# Sistemas de integração lavoura-pecuária: alternativas para recuperação de pastagens degradadas

**Manuel Claudio Motta Macedo  
Alexandre Romeiro de Araújo**



## Introdução

Exploração racional e ambientalmente correta de recursos naturais, sustentabilidade da produção e mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL) são temas cada vez mais discutidos no desenvolvimento agropecuário do Brasil. O País tem experimentado um grande desenvolvimento tecnológico e produtivo no agronegócio, ampliando suas exportações e a renda dos produtores.

Dois grandes aspectos, no entanto, chamam a atenção quando se discute sustentabilidade da produção agrícola: a degradação das pastagens e o uso do solo com a agricultura tradicional, com preparo contínuo do solo.

A exploração do gado bovino no Brasil é realizada principalmente em pastagens. Os sistemas extensivos de exploração predominam sobre os demais, mas algumas vezes combinam o pastejo com a suplementação dos animais com silagem, cana-de-açúcar picada, feno ou rações. As gramíneas forrageiras cultivadas mais importantes em uso no Brasil foram introduzidas da África e pertencem, em sua maioria, aos gêneros *Brachiaria*, *Panicum* e *Andropogon*.

As pastagens cultivadas estão concentradas no ecossistema Cerrado, com 49,5 milhões de hectares de um total de 208 milhões (SANO et al., 2001), sendo essa região responsável por cerca de 50% da produção de carne do país.

Os solos ocupados por pastagens em geral são marginais quando comparados àqueles usados pela agricultura de grãos. Estes apresentam problemas de fertilidade natural, acidez, topografia, pedregosidade ou limitações de drenagem (ADAMOLI et al., 1986). Os solos de melhor aptidão agrícola são ocupados pelas lavouras anuais de grãos ou as de grande valor industrial para a produção de biocombustíveis, fibras, resinas, açúcar, etc.

Dessa forma, é de se esperar que as áreas de exploração para os bovinos de corte apresentem problemas de produtividade e de sustentabilidade de produção.

No Brasil, antes da introdução das pastagens cultivadas na região dos Cerrados a lotação animal era de 0,3-0,4 animal/ha e os bovinos só atingiam a idade de abate após os 48 a 50 meses (ARRUDA, 1994). No início da década de 1970 teve início a introdução de espécies do gênero *Brachiaria*, notadamente a espécie *Brachiaria decumbens*. Esta espécie adaptou-se muito bem ao bioma Cerrado, de solos ácidos e de baixa fertilidade natural. A lotação inicial média proporcionada passou a ser de 0,9 a 1,0 animal/ha e o ganho de peso animal também aumentou em média, de 2 a 3 vezes. Esta maior produtividade resultou em um grande impulso na exploração da pecuária de corte no Brasil e ampliou consideravelmente a fronteira agrícola.

Até o início da década de 1990, provavelmente, mais de 50% da área de pastagem cultivada estava plantada com *Brachiaria decumbens*. Entretanto, um aspecto importante a ser destacado nos últimos 15 anos é a diminuição da área ocupada por *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk em favor da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e o aumento da área plantada pelos cultivares de *Panicum maximum*, Tanzânia e Mombaça. A cultivar Marandu ocupa atualmente lugar de destaque na comercialização

de sementes, com cerca de 70% do volume total vendido entre as diversas espécies, inclusive na exportação para outros países da América Latina. Sua expansão se deve pela maior resistência à cigarrinha-das-pastagens e por proporcionar melhor desempenho animal. No Cerrado, as braquiárias continuam ocupando a maior área plantada, com cerca de 85% do total e as forrageiras do gênero *Panicum* ao redor de 12% (MACEDO, 2005).

A degradação das pastagens é o fator mais importante, na atualidade, que compromete a sustentabilidade da produção animal, sendo um processo dinâmico de queda relativa da produtividade. Os sistemas agrícolas tradicionais de lavouras anuais, por sua vez, com excessivo preparo do solo, cultivos contínuos sem rotação de culturas, têm prejudicado a qualidade física e química do solo, assim como aprofundado os problemas de pragas, doenças e invasoras.

Esses problemas têm sido mitigados pela utilização de tecnologias importantes como o sistema de plantio direto (SPD), que contempla não só o preparo mínimo do solo, mas também a prática de rotação de culturas, e os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) e lavoura-pecuária-floresta (ILPF).

A utilização do SPD é uma tecnologia crescente, que em 2003 na região dos Cerrados, já representava mais de 40% dos sistemas de plantio (DUARTE et al., 2007). Acredita-se que esse percentual já tenha ultrapassado os 65% em 2008/2009. O grande avanço se deu pelas vantagens comparativas entre o SPD e os sistemas tradicionais, em termos agronômicos, econômicos e ambientais. Em um relato sobre a evolução do SPD do início da década de 1970 até o início da década de 1990, Puríssimo (1997), observou que foram várias as dificuldades encontradas, desde a falta de equipamentos até a alta dependência do controle químico das plantas daninhas.

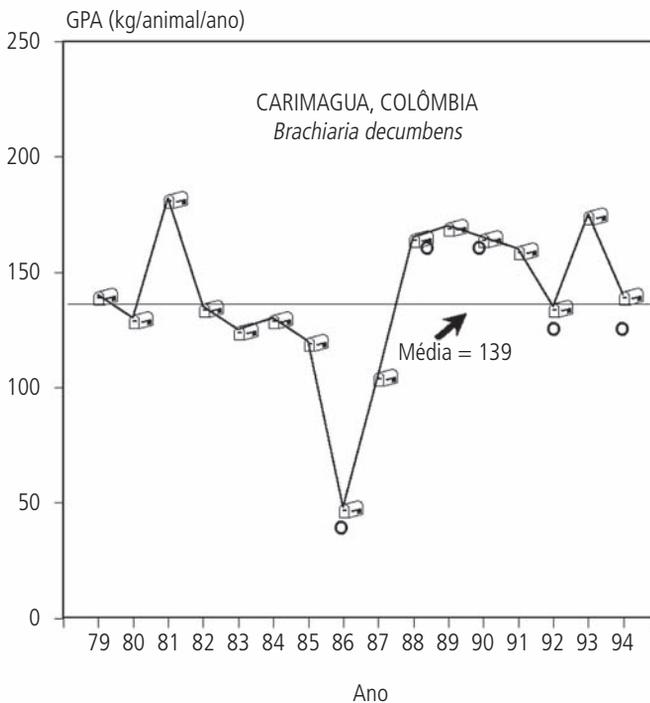
A adoção do SPD em sua plenitude, nas diversas condições climáticas e edáficas, no entanto, é altamente dependente de culturas adequadas para a produção e manutenção de palha sobre o solo, para que o sistema seja eficiente e vantajoso. Várias culturas têm sido utilizadas e testadas para cobertura de solo, rotação, e pastejo no outono-inverno, e entre as mais promissoras estão: o milho, o milheto, o sorgo granífero e o forrageiro, o nabo forrageiro e as gramíneas forrageiras tropicais, sobretudo as braquiárias, consorciadas ou não.

As perdas de produtividade com degradação das pastagens, problemas sanitários relacionados com grandes áreas de monocultivo da soja, a pressão social sobre a terra, dívidas financeiras, preços de insumos e produtos e aumento da competição global, vêm exigindo, cada vez mais, eficiência dos produtores. Nesse sentido, os sistemas de ILP e ILPF, podem ser promissores para reverter alguns problemas da pecuária, servindo como alternativa de recuperação de pastagens degradadas, assim como podem favorecer a agricultura anual e o SPD, especialmente com a produção de palha, melhoria das propriedades do solo, utilização plena de equipamentos, geração de empregos e aumento de renda no campo.

## Limitações da produção animal em pasto

Dentre os fatores mais importantes relacionados com a degradação das pastagens destacam-se o manejo animal inadequado e a falta de reposição de nutrientes. A lotação animal excessiva sem os ajustes para uma adequada capacidade de suporte e a ausência de adubação de manutenção têm sido os aceleradores do processo de degradação.

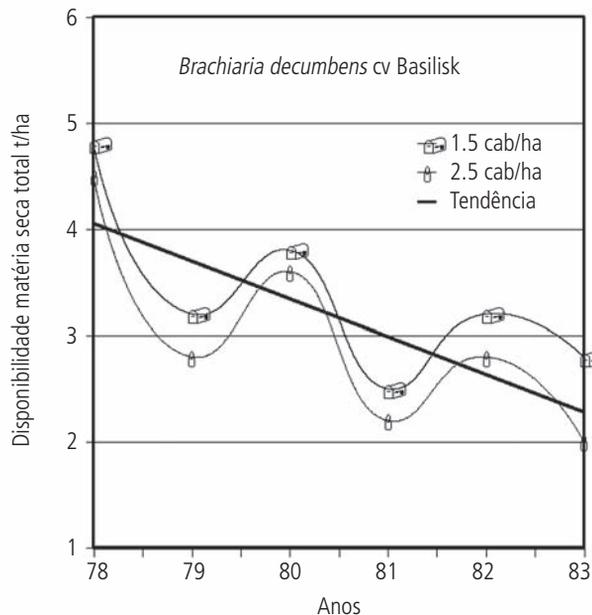
Um exemplo da possibilidade de se manter a produção animal de forma sustentável, por meio de manejo adequado em regiões de savanas, foi demonstrado por Lascano et al. (1989, 1995) na figura 4.1. Esses autores demonstraram que, por meio do ajuste da lotação de 1,0 animal/ha no período seco e 2,0 animais/ha no período chuvoso, com aplicação de 10 kg de fósforo (P), 13 kg de potássio (K), 10 kg de magnésio (Mg) e 16 kg de enxofre (S) por hectare, a cada dois anos, foi possível manter produção média, em peso vivo (PV), de 139 kg/animal/ano e uma produção por área aproximada de 250 kg de PV por hectare após 16 anos de pastejo nas savanas da Colômbia. Nota-se, como explicado pelos autores, que em alguns anos, em consequência da excessiva precipitação e do ataque de cigarrinha-das-pastagens, houve grandes prejuízos à produção animal.



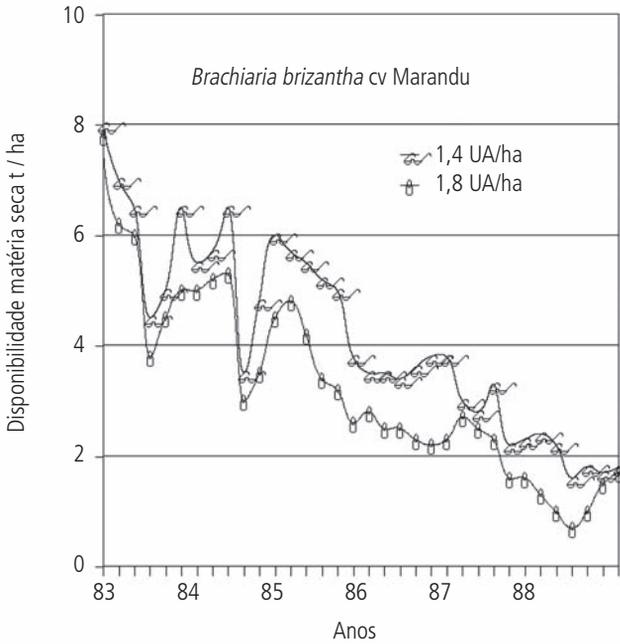
**FIGURA 4.1** - Produção animal (kgPV/animal/ano) em pastagens de *Brachiaria decumbens* nas savanas de Carimagua, Colômbia. Dados coletados por Lascano et al., (1989, 1995), durante 16 anos. 0 = anos com ataque de cigarrinha das pastagens.

Por outro lado, exemplos que ilustram a queda do vigor e da produtividade das pastagens, em direção à degradação, são dados pelos resultados obtidos por Cardoso (1987, comunicação pessoal) e Bianchin (1991). No primeiro caso (Figura 4.2), foram utilizadas lotações fixas de 1,5 e 2,5 cabeças/ha, de novilhas nelore de 18 a 24 meses de idade, por cinco anos consecutivos em um Oxisol argiloso (Latosolo Vermelho distroférico), em Campo Grande, MS, Brasil, em *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, sem adubação de manutenção. No segundo exemplo (Figura 4.3), foram utilizadas lotações fixas de 1,4 e 1,8 UA/ha, de bezerras Nelore desmamados, por seis anos consecutivos em um Oxisol argiloso (Latosolo Vermelho distrófico), também em Campo Grande, MS, Brasil, em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sem adubação de manutenção. Enquanto no primeiro caso os animais eram destinados à reprodução, no segundo, os animais eram recriados para posterior engorda. A produção animal, (kg PV/ha), em *Brachiaria brizantha*, nas estações de seca e chuvosa, durante três ciclos de dois anos, pode ser observada na figura 4.4 e acompanhou a queda na disponibilidade da forrageira. A partir da segunda seca, a lotação mais leve ultrapassa a produção da lotação mais elevada, mostrando, didaticamente, a necessidade de ajuste para manter a capacidade de suporte da forrageira.

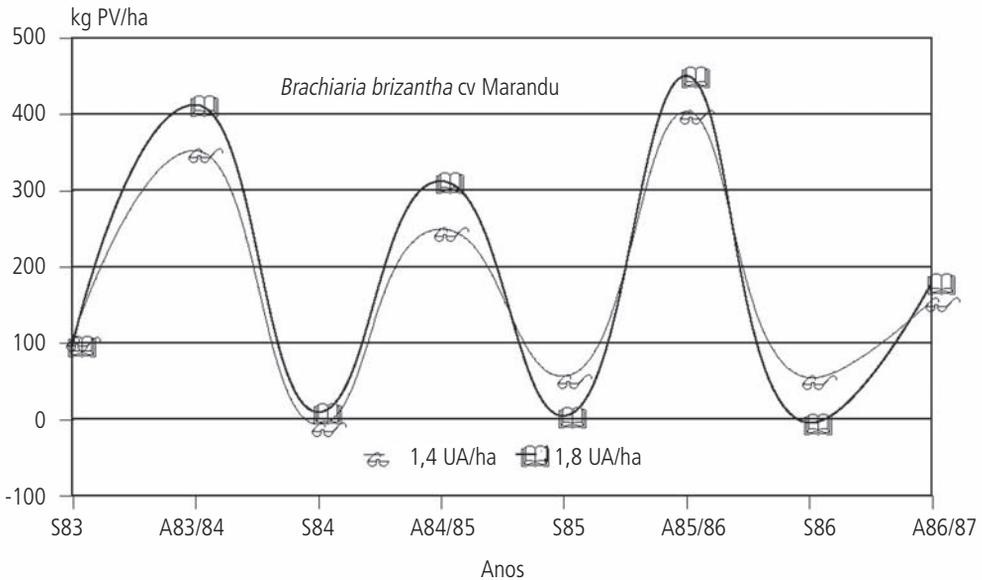
As figuras 4.2 e 4.3 ilustram a tendência de queda na disponibilidade de matéria seca total, limitando a dieta animal e conduzindo a pastagem ao processo de degradação.



**FIGURA 4.2** - Evolução da disponibilidade da matéria seca total (t/ha) em pastagem de *Brachiaria decumbens* em Campo Grande, MS, Brasil, sob lotação animal fixa. Adaptado de Cardoso, 1987 (comunicação pessoal).



**FIGURA 4.3.** Evolução da disponibilidade da matéria seca total (t/ha) em pastagem de *Brachiaria brizantha* em Campo Grande, MS, Brasil, sob lotação animal fixa. Adaptado de Bianchin, 1991.



**FIGURA 4.4.** Evolução da produção animal (kg PV/ha) por bezerros Nelore desmamados, recriados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em Campo Grande, MS, Brasil, sob lotação animal fixa, em três ciclos pecuários de dois anos. Adaptado de Bianchin, 1991.

Segundo outros resultados obtidos na mesma região por Euclides et al. (1994a), a disponibilidade de matéria seca total de espécies como *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha* deveriam ser mantidas ao redor de 3,0 t/ha ao longo do tempo para permitir uma oferta adequada de forragem verde, principalmente de lâminas foliares, a fim de atender adequadamente a dieta animal.

Os trabalhos de Cardoso (1987, dados não publicados) e Bianchin (1991) tiveram como objetivo, entre outros, o de medir a capacidade de suporte da forrageira sob lotação animal fixa, sem ajustes na lotação e sem reposição de nutrientes, e ficou comprovado que nessas condições a capacidade de suporte não é sustentável. Os gráficos aqui apresentados são como fotografias, em pequena escala, do panorama real existente em milhões de hectares de pastagens cultivadas que não recebem reposição de nutrientes ou ajustes no manejo animal.

## A degradação das pastagens

A degradação das pastagens, além das dificuldades observadas na sua reversão, é percebida e interpretada de diferentes formas por produtores e técnicos.

Observa-se que após a implantação ou recuperação/renovação de uma pastagem, a produtividade é normalmente maior no primeiro, e às vezes também no segundo ano de exploração. Estima-se que, em média, a produção forrageira e animal seja 30 a 40% superior no primeiro ano de exploração em relação aos três ou quatro anos subsequentes, desde que o potencial produtivo não seja limitado por problemas de clima, solo ou manejo animal inadequado. Depois, nota-se uma queda natural da produtividade com o tempo. Esta queda pode ser mais intensa, rápida e constante, até atingir um determinado ponto de equilíbrio, caso não seja aplicada uma ação de manejo visando a manutenção da produção. Este estado de equilíbrio geralmente é atingido com índices de produção que mal pagam os custos de manutenção dos animais, levando os criadores à descapitalização e até mesmo à saída do negócio agropecuário.

Alguns autores ponderam que o estresse do pastejo e a constante desfolhação da planta modificam o hábito de crescimento, principalmente, pela alteração na estrutura do relvado. Assim, são alterados o número de perfilhos, tamanho e número de folhas e relação parte aérea:raiz. Esse novo perfil morfológico conduz a diferentes relações fisiológicas e nutricionais na planta, que se não manejadas adequadamente, para cada situação específica, alteram o equilíbrio solo-planta-animal e dão início ao processo de degradação das pastagens.

Sugere-se que antes do início do processo de degradação seja introduzida uma ação de manejo que vise a manutenção da produtividade. Isso pode ser feito pelo manejo animal, especialmente pelo ajuste da lotação e alteração do manejo da pastagem, ou por meio de práticas culturais, como a calagem, gessagem e adubação.

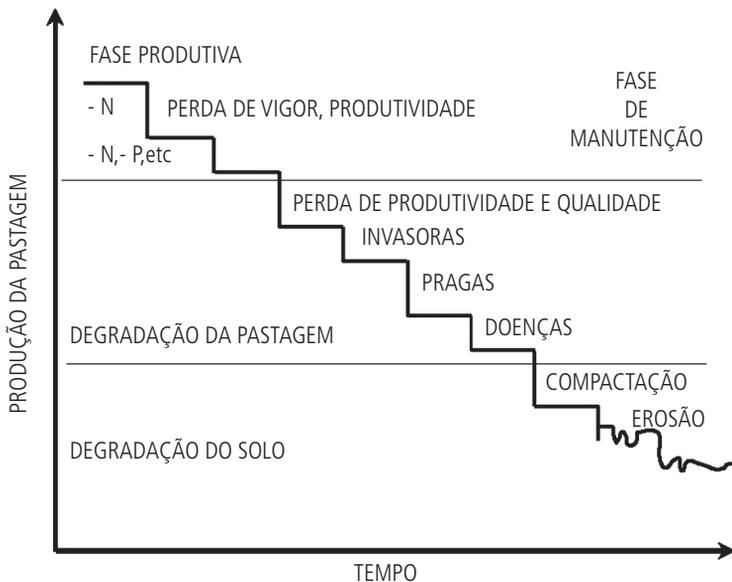
Neste trabalho, “*Degradação de pastagens*” é definida como: “o processo evolutivo de perda de vigor, de produtividade, de capacidade de recuperação natural das pastagens para *sustentar* economicamente os níveis de produção e de qualidade exi-

gidos pelos animais, assim como, o de superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e invasoras, culminando com a degradação avançada dos recursos naturais, em razão de manejos inadequados”.

A degradação está baseada em um processo contínuo de alterações da pastagem que tem início com a queda do vigor e da produtividade. Poder-se-ia comparar este processo a uma escada (Figura 4.5), onde no topo estariam as maiores produtividades e à medida que se descem os degraus com a utilização da pastagem, avança-se no processo de degradação. Até um determinado ponto, ou um certo degrau, haveria condições de se conter a queda de produção e manter a produtividade com ações mais simples, diretas e com menores custos operacionais. A partir desse ponto, passar-se-ia para o processo de degradação propriamente, onde somente ações de recuperação ou de renovação, muitas vezes mais drásticas e dispendiosas, apresentariam respostas adequadas.

O final do processo culminaria com a ruptura dos recursos naturais, representado pela degradação do solo com alterações em sua estrutura, evidenciadas pela compactação e a consequente diminuição das taxas de infiltração e capacidade de retenção de água, causando erosão e assoreamento de nascentes, lagos e rios. Neste ponto a recuperação da área torna-se muito mais onerosa que nos estágios anteriores.

Estas considerações sobre o processo de degradação, que estão aqui apresentadas em uma sequência lógica, não são tão simples e nem sempre ocorrem nessa mesma ordem, podendo apresentar-se em diferentes sequências e graus, dependendo do ecossistema e do manejo utilizado. O próprio limite entre a fase de manutenção e o início da degradação ainda é objeto de pesquisa, pois para cada sistema de produção



**FIGURA 4.5** - Representação gráfica simplificada do processo de degradação de pastagens cultivadas em suas diferentes etapas no tempo. Fonte: Macedo, 1999.

pode-se ter uma situação diferente. É razoável a suposição de que estes limites, estabelecidos por indicadores, sejam diferentes e se situem em faixas e não em valores fixos e pontuais.

## As causas da degradação das pastagens

As causas mais importantes da degradação das pastagens estão relacionadas com:

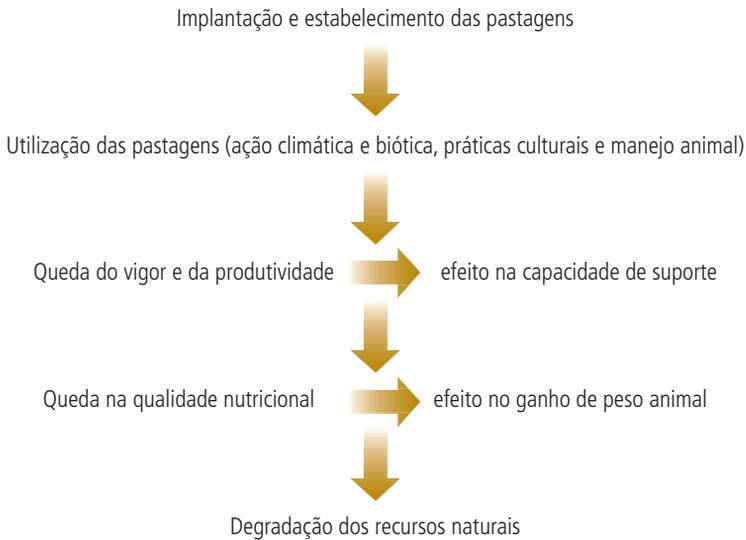
1. Germoplasma, ou espécie forrageira, inadequado ao local;
2. Má formação inicial da pastagem causada pela ausência ou mau uso de práticas de conservação do solo, preparo do solo, correção da acidez e/ou adubação, sistemas e métodos de plantio, manejo animal na fase de formação;
3. Manejo e práticas culturais como uso de fogo como rotina, métodos, épocas e excesso de roçadas, ausência ou uso inadequado de adubação de manutenção;
4. Ocorrência de pragas, doenças e plantas invasoras;
5. Manejo animal impróprio, especialmente com excesso de lotação e sistemas inadequados de pastejo;
6. Ausência ou aplicação incorreta de práticas de conservação do solo durante a condução do sistema.

A verificação e determinação de indicadores da sustentabilidade da produção das pastagens e desempenho animal tem sido tema de vários projetos de pesquisa, pois é fundamental para a tomada de decisões de manejo a fim de prevenir e/ou reverter a queda da produtividade. Os produtores, muitas vezes, se deixam levar pela aparência momentânea do estado da pastagem e não usam as ferramentas importantes de predição de queda da produção, tais como variáveis componentes da fertilidade, de propriedades físicas do solo e do estado nutricional das plantas.

Uma das características indicativas mais notadas no processo de degradação das pastagens é a capacidade de suporte animal ao longo do tempo. Quando a exploração pecuária é monitorada com certo grau de organização e critério, é frequente observar-se que, em um primeiro momento, ocorre diminuição da capacidade de suporte para a mesma oferta de forragem. Ou seja, ao proceder-se um descanso ou veda da pastagem, o crescimento no período não é suficiente para manter a lotação anterior.

Posteriormente, caso nenhuma ação de manejo seja tomada, decresce simultaneamente a quantidade e a qualidade da forragem e o reflexo passa a ser mais acentuado no desempenho individual dos animais. Nesta fase é possível que o relvado já não seja mais uniforme, possuindo áreas descobertas, sem forragem e com o solo exposto. Ocorrências de invasoras e pragas também podem ser notadas, pois a pastagem cultivada introduzida começa a perder a capacidade de recuperação natural pela competição exercida pelas espécies nativas. Esse processo está ilustrado na figura 4.6.

Portanto, o acompanhamento criterioso da capacidade de suporte, em princípio, permite antecipar etapas mais graves do processo de degradação. Todavia, mesmo observando essa queda, muitas vezes o produtor não adota práticas de manejo de



**FIGURA 4.6** - Ilustração das principais etapas do processo de degradação de pastagens.

manutenção frequente, levando posteriormente à utilização de alternativas de recuperação ou renovação mais onerosas e de difícil realização do ponto de vista técnico, financeiro e logístico.

### Métodos de recuperação e renovação de pastagens

De maneira global, pode-se classificar os métodos de recuperação e renovação de pastagens como direta e indireta. Entende-se por *recuperação direta* de pastagens as práticas mecânicas e químicas aplicadas a uma pastagem com o intuito de revigorá-la, **sem substituir** a espécie forrageira existente.

Entre as operações mecânicas, incluem-se a aplicação superficial a lanço de insumos, escarificação, subsolagem, gradagem, aração, etc. Nas opções químicas estão a calagem, a gessagem e a adubação. A escolha da operação depende, principalmente, do estágio de degradação da pastagem. Quanto mais avançado o grau de degradação, mais drástica deverá ser a ação mecânica. Assim, pastagens com erosão laminar, grande incidência de invasoras de porte alto, cupins de montículo e baixa cobertura vegetal poderão exigir operações de revolvimento de solo com grade, arado, terraceador e/ou uso de subsolador (SPERA, et al., 1993; MACEDO, 2001a).

Por outro lado, pastagens no estágio inicial de degradação, onde apenas se observa perda de vigor e produtividade, podem ser recuperadas por meio de simples aplicação superficial de fertilizantes, corretivos e/ou escarificação e subsolagem. No caso dos solos sob vegetação de Cerrados, ácidos e de baixa fertilidade, alguns nutrientes desempenham papel fundamental na sustentabilidade da produção. Um dos nutrientes mais importantes é o fósforo. Pesquisas efetuadas na Embrapa Gado de Corte

têm demonstrado que em grande parte dos casos, os baixos teores iniciais de P ou a queda destes, após algum tempo de exploração, afetam diretamente a produção. Uma vez corrigido o P, com a aplicação simultânea de outros nutrientes essenciais, o nitrogênio passa a exercer papel fundamental na sustentabilidade da produção (CADISH et al. 1993; MACEDO, 1997).

*Renovação direta* de pastagens seriam as ações relativas às práticas agrônômicas aplicadas sobre pastagens degradadas para **substituir** a espécie presente e reverter o processo de degradação através da implantação de uma nova espécie forrageira. A renovação direta de pastagens é caracterizada principalmente pela tentativa de substituição de forrageiras sem a utilização de uma cultura intermediária.

Esta alternativa apresenta, de uma forma geral, problemas de ordem prática e econômica, pois as espécies forrageiras tropicais, mesmo quando a pastagem está em degradação, possuem um elevado banco de sementes no solo e altas taxas de crescimento relativo. Portanto, nem sempre as ações mecânicas de preparo do solo ou de dessecação das plantas por herbicidas são eficientes para permitir a implantação de uma nova espécie evitando a competição com plantas remanescentes da espécie anterior. Esta competição pode ser elevada na fase inicial do estabelecimento da nova espécie ou no decorrer da utilização da pastagem, principalmente se houver alta seletividade sob pastejo animal.

Pode-se citar como exemplo de espécies agressivas e possuidoras de grandes bancos de sementes no solo, as do gênero *Brachiaria*. Uma renovação direta de pastagem muito utilizada recentemente tem sido a substituição de espécies do gênero *Brachiaria* por espécies do gênero *Cynodon* (Coastcross, Tiftons, etc). Como estas últimas são implantadas por propagação vegetativa (mudas), a utilização de herbicidas do grupo das trifluralinas tem sido bastante eficiente para retardar o crescimento de novas plantas de *Brachiaria* das sementes existentes no solo e permitir o fechamento do estande com maior rapidez.

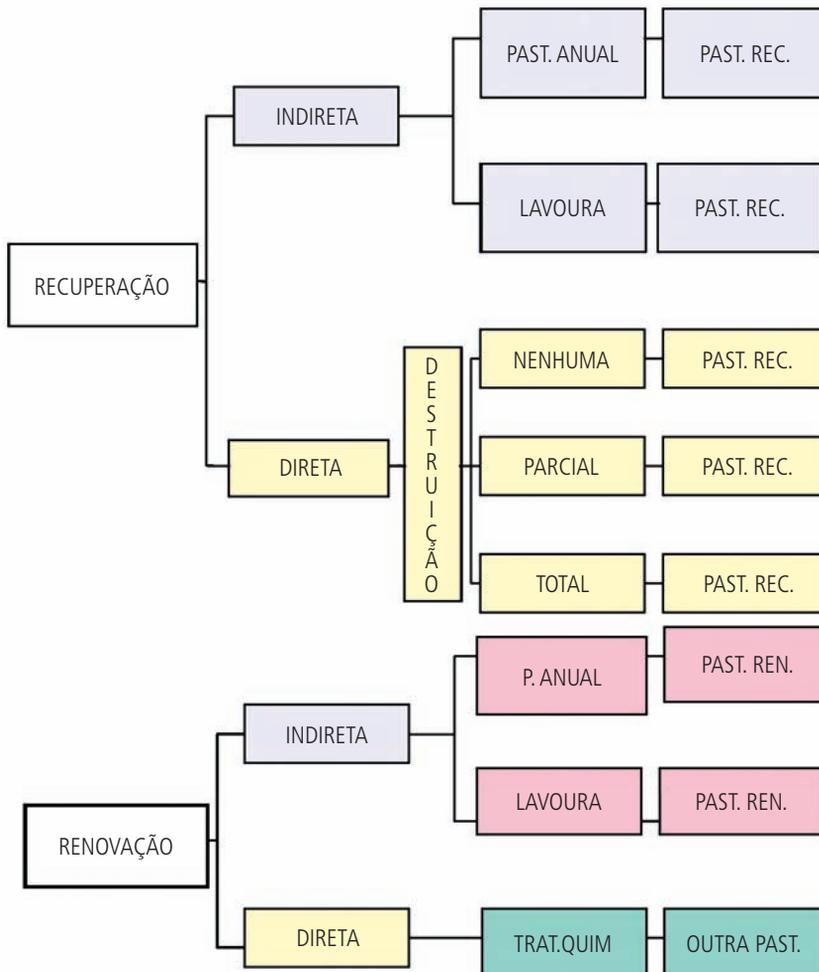
A *recuperação indireta* de pastagens degradadas pode ser compreendida como aquela efetuada por meio de práticas mecânicas, químicas e culturais, utilizando-se de uma pastagem anual (milheto, aveia) ou de uma lavoura anual de grãos (milho, soja, arroz) por certo período de tempo, *a fim de revigorar a espécie forrageira existente*.

As técnicas agrônômicas podem variar desde a dessecação da pastagem com um herbicida e plantio direto de um pasto anual ou de uma lavoura anual, com cultivo mínimo, até o preparo do solo e plantio convencional dos mesmos. Após a utilização do pasto anual ou colheita de grãos da lavoura, deixa-se a pastagem retornar do banco de sementes existente ou procede-se a uma semeadura complementar para uniformizar a população de plantas.

O objetivo principal desta técnica é o de aproveitar a adubação residual empregada no pasto anual ou lavoura para recuperar a espécie de pastagem existente com menores custos. A produção de carne ou de leite obtida com o pasto anual, de forma intensiva, ou da venda dos grãos da lavoura amortizam em parte os custos de recuperação/renovação da pastagem.

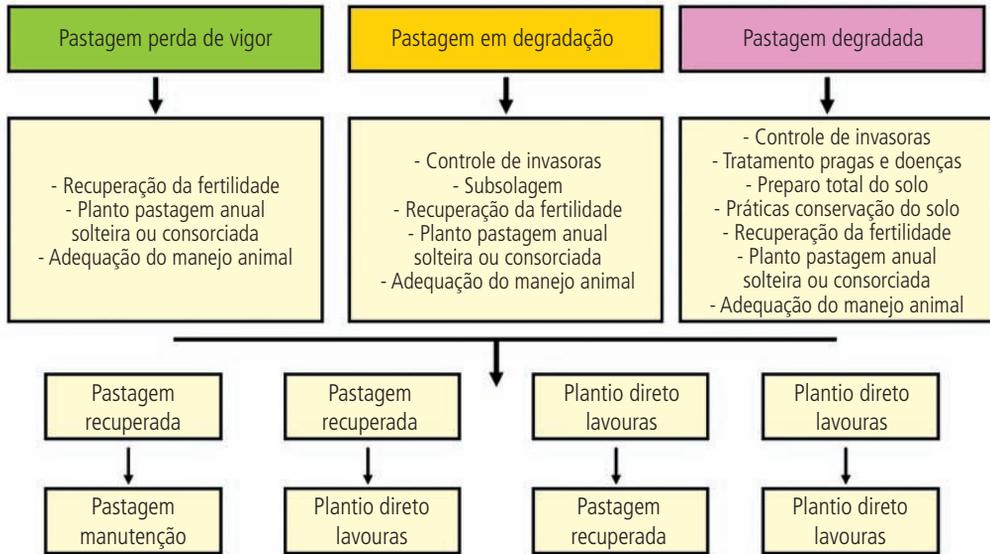
A *renovação indireta* de pastagens, por sua vez, pode ser entendida como aquela efetuada através de práticas mecânicas, químicas e culturais, utilizando-se de uma pastagem anual (milheto, aveia) ou de uma lavoura anual de grãos (milho, soja, arroz) por certo período de tempo, *a fim de substituir a espécie forrageira existente* por outra de melhor valor nutritivo ou com diferentes características que as da espécie em degradação.

A ILP e ILPF, são alternativas que se enquadram tanto na recuperação indireta, como na renovação indireta de pastagens, como apresentado na figura 4.7. No entanto, é preciso ter-se em mente que sua implantação deve respeitar os limites dos estádios de degradação das pastagens, sendo mais eficiente e de sucesso, quando instaladas nas fases de perda de vigor e ou manutenção, e no início da degradação das pastagens.



**FIGURA 4.7** - Esquema simplificado de alternativas de recuperação e renovação de pastagens.

Fonte: Macedo, 2001a.



**FIGURA 4.8** - Esquema simplificado de alternativas de recuperação e renovação de pastagens com o uso da integração lavoura-pecuária.

Pastagens em estádios avançados de degradação precisam, em primeiro lugar, terem os seus solos recuperados em sua fertilidade e na sua conservação, o que, na maioria dos casos, exige preparo de solo, terraceamento e incorporação de corretivos e fertilizantes. Com os solos recuperados, pode-se dar início ao processo de introdução dos sistemas de integração, por meio de uma pastagem anual, consorciada ou não com uma forrageira perene, ou por uma forrageira perene em monocultivo. O início do sistema quando feito por uma cultura anual de grãos deve ser estabelecido com cautela, observando-se as exigências nutricionais da cultura e sua adaptação e potencial de produção no local, principalmente se for área pioneira no cultivo de grãos.

Um esquema que ilustra possíveis operações e sequências de atividades no uso da ILP para recuperação de pastagens é apresentado na figura 4.8.

### Sistemas de integração lavoura-pecuária como alternativa para recuperação de pastagens degradadas

A utilização de lavouras de grãos e pastagens anuais tem sido, há longo tempo, uma prática cultural nos processos de recuperação ou renovação de pastagens cultivadas. A condução eventual dessas atividades pelo produtor, ou por parceiros e arrendatários, pode ser apenas uma estratégia para diminuir custos e retornar rapidamente para sua atividade principal de produção animal (MACEDO., ZIMMER, 1990; KLUTHCOUSKI et al., 1991; ZIMMER et al., 1999).

No entanto, recentemente tem crescido uma alternativa diferenciada e muito eficiente, porém mais complexa, de manutenção da produtividade e de recuperação/renovação indireta de pastagens que é a ILP, onde a introdução de lavouras não é eventual, mas parte integrante de um sistema de produção de grãos e de produção animal que interage e se completa biológica e economicamente. Salientando que a introdução desse sistema deve ser baseada em diagnóstico detalhado do estabelecimento rural e sua região, para certificar-se de sua aptidão para o sistema.

Este sistema permite o uso mais eficiente dos insumos, máquinas e mão-de-obra na propriedade agrícola, além de diversificar a produção e o fluxo de caixa dos produtores. Evidentemente que alguns requisitos são necessários para implementar o sistema, tais como, máquinas e implementos agrícolas mais diversificados, infraestrutura de estradas e armazéns, mão-de-obra qualificada, domínio da tecnologia de lavouras anuais e pecuária, além de conhecimento mais apurado do mercado agropecuário. A ILP permite sistemas de exploração em esquemas de rotação, onde se alternam anos ou períodos de pecuária com a produção de grãos ou fibras, utilização de produtos e subprodutos na alimentação animal, etc. numa mesma área (ZIMMER et al., 1999; EUCLIDES et al., 1994b; 1994c; MACEDO, 2009).

Do ponto de vista da agricultura, os sistemas de integração podem trazer vários benefícios, pois o monocultivo e práticas culturais inadequadas têm também causado queda na produtividade, degradação do solo e dos recursos naturais.

Sistemas contínuos e de monocultivos, entretanto, aceleraram o aumento e a ocorrência de pragas e doenças, tais como o percevejo castanho da soja, o cancro da haste, o nematóide das galhas e o nematóide do cisto, com inúmeros prejuízos à sojicultura (YORONORI et al., 1993; MENDES, 1993). O nematóide do cisto, segundo MENDES (1993), foi identificado na sua maioria em áreas com 10-12 anos de monocultivo de soja.

Outro sério problema do monocultivo, associado ao mau manejo do solo, é a concentração da fertilidade nas camadas superiores. Nessas condições, a saturação por bases é excessivamente alta, causando deficiência de micronutrientes, como o manganês, na soja. A distribuição das raízes no perfil do solo fica também concentrada na superfície, tornando a cultura mais vulnerável aos veranicos.

Por outro lado, a ILP já é praticada há anos em muitos países. A utilização de resíduos de culturas na alimentação dos animais ou o pastejo das restevras de lavouras também são práticas frequentes em uso em várias regiões do Brasil, sobretudo no sul do País. Do ponto de vista das propriedades físicas e químicas do solo, nesses sistemas há uma melhoria na fertilidade pela ciclagem dos nutrientes e eficiência no uso de fertilizantes, em função das diferentes necessidades das culturas em rotação. As melhorias nas propriedades físicas são por exemplo aumento da estabilidade dos agregados, diminuição da densidade aparente, da compactação, e no aumento da taxa de infiltração de água.

Vilela et al. (2001) apresentaram resultados positivos de produção animal e de melhoria de propriedades do solo quando utilizaram a ILP na fazenda Santa Terezinha,

**TABELA 4.1** - Evolução da produção animal, área de pastagens e lavouras em um sistema integrado de lavoura-pecuária<sup>1</sup>

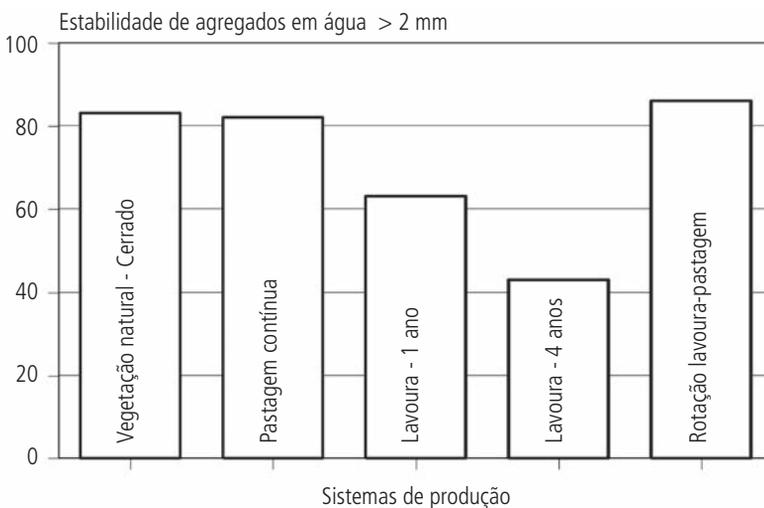
ANOS	NÚMERO ANIMAIS	LOTAÇÃO ANIMAL	PASTAGEM APÓS CERRADO	PASTAGEM APÓS LAVOURA	LAVOURA
	N.º CABEÇAS	ANIMAL / HA	% DA ÁREA TOTAL *		
1983	1094	1,1	100	0	0
1988	821	1,9	58	29	13
1992	1150	2,3	0	41	59
1996	1200	3,2	0	36	64

<sup>1</sup>Área total de 1014 ha

Fonte: Adaptado de Vilela et al., 2001.

em Uberlândia, MG. Estes avaliaram a evolução do uso do solo, lotação e produção animal entre 1983 e 1996, com a introdução da ILP. Alguns resultados são apresentados na tabela 4.1.

Os mesmos autores destacam a melhoria das propriedades físicas do solo, como a estabilidade de agregados. Pastagens plantadas em sequência a lavouras de soja aumentaram rapidamente a estabilidade de agregados, superando inclusive a vegetação natural, comprovando o importante papel do extenso e profundo sistema radicular das gramíneas forrageiras na agregação de partículas do solo (Figura 4.9). O teor de matéria orgânica do solo na rotação também evoluiu, passando de 0,84 - 0,94% nas áreas de exploração contínua de lavouras para 1,23% na sequência lavoura-pastagem.

**FIGURA 4.9** - Porcentagem de estabilidade de agregados em água (> 2 mm) em diferentes sistemas de produção e de manejo em Latossolo, textura média, Uberlândia, MG. Fonte: Vilela et al., 2001.

A Embrapa Gado de Corte vem desenvolvendo desde 1993/1994 um experimento de longa duração onde estão sendo estudados sistemas integrados e em rotação de lavoura-pecuária. Estes sistemas são comparados a sistemas contínuos de pecuária e de lavoura, com o objetivo de comparar a eficiência agrônômica e econômica, bem como avaliar a sustentabilidade da produção dos diferentes sistemas. Tem-se também, como objetivo, determinar alguns indicadores da qualidade do solo e da sustentabilidade.

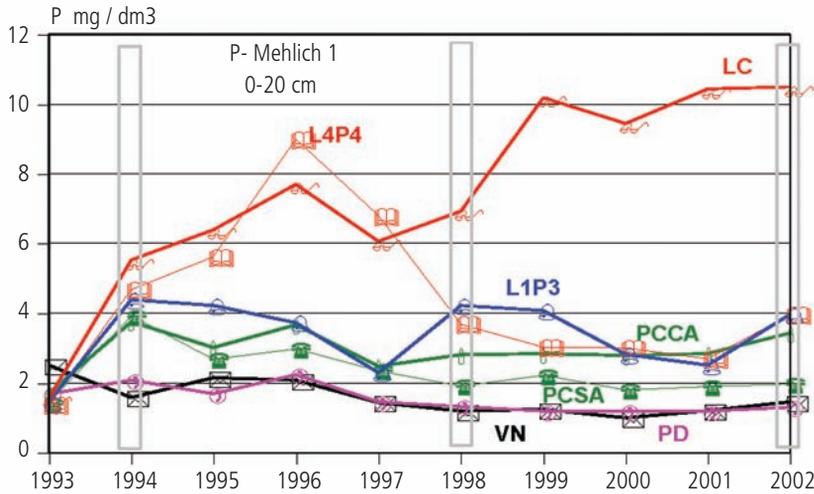
É importante ressaltar que esse projeto foi implantado em uma área de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens*, que foram recuperadas ou renovadas por meio de diferentes tratamentos com adubação, calagem e tratos mecânicos; renovação com troca de espécies, *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum*, com plantio de soja ou milho, etc. de acordo com os diferentes tratamentos. Uma área de vegetação natural e uma área de pastagem degradada estão sendo mantidas como testemunhas para comparações.

Os tratamentos principais são constituídos por cinco sistemas de produção: S1- Pastagem Contínua; S2- Lavoura Contínua; S3- Pastagem 4 anos- Lavoura 4 anos; S4- Lavoura 4 anos - Pastagem 4 anos; S5- Lavoura 1 ano- Pastagem 3 anos (estabelecida no 2º ano sem ou com lavoura de milho). Estes sistemas são subdivididos em subsistemas que compreendem métodos de preparo de solo e sistemas de plantio, convencional e direto, cultivo de verão e de verão + inverno, adubação de manutenção de pastagens e cultivo consorciado ou não com leguminosas forrageiras, em um total de 12 tratamentos.

Resultados de análise da fertilidade do solo, em sistemas tradicionais e de ILP no decorrer do tempo, com relação ao fósforo disponível em Mehlich-1, são apresentados na figura 4.10, e mostram que, embora sistemas contínuos de lavoura (LC) elevem consideravelmente os teores de P do solo, SILPs como: S4 e S5, também podem fazê-lo de forma econômica, principalmente com adubação de manutenção moderada das pastagens (esta prática não foi utilizada no exemplo apresentado).

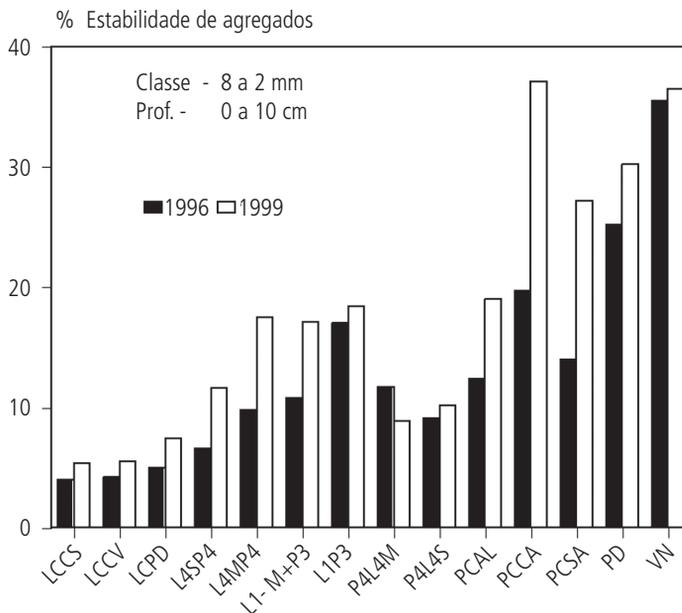
Resultados de análises de algumas propriedades físicas do solo, estabilidade de agregados, resistência à penetração e taxa de infiltração de água, mostraram o grande papel das gramíneas forrageiras em melhorar essas propriedades. Pode-se observar que mesmo com apenas um ano de implantação da pastagem (1999), após 4 anos de lavouras, a estabilidade de agregados do solo (Figura 4.11) foi substancialmente incrementada pela ação do sistema radicular das gramíneas.

Em experimento efetuado por Salton (2005), foram demonstrados os benefícios dos sistemas de ILP, também denominados SILPs, com relação ao estoque de carbono e à agregação do solo. Fica evidente a importância das gramíneas forrageiras na rotação e no sistema de plantio direto, associados aos SILPs, na região dos Cerrados (Quadro 4.1 e Figura 4.12). Os SILPs apresentam estoque em posição intermediária em relação à vegetação natural e às pastagens de uso contínuo, mas com manejo adequado de reposição de nutrientes e ajuste de lotação animal. Nessa ocasião, as pastagens com leguminosas implantadas em 1993/94 já possuíam um estoque de carbono superior à vegetação nativa (Quadro 4.1).



LC: lavoura contínua; L4P4: SILP lav. 4 anos-pec 4 anos; L1P3: SILP lav 1 ano-pec 3 anos; PCCA: pastagem contínua com adubação de manutenção; PCSA: pastagem contínua com adubação de manutenção; VN: vegetação natural; PD: pastagem degradada.

**FIGURA 4.10** - Dinâmica dos teores de fósforo do solo (Mehlich-1) na camada de 0 a 20 cm, em sistemas convencionais e de integração lavoura-pecuária em um Latossolo Vermelho Distrófico em Campo Grande, MS. Fonte: Macedo, 2005.



**FIGURA 4.11** - Porcentagem de agregados do solo (8 a 2 mm de diâmetro) estáveis em água, na camada de 0 a 10 cm de profundidade em um Latossolo Vermelho, textura argilosa, sob diferentes manejos, em sistemas contínuos de pastagens e lavouras e de sistemas integrados de lavoura e pecuária em Campo Grande, MS. Fonte: Macedo, 2009.

**QUADRO 4.1** - Estoque de carbono orgânico no solo de camadas de um Latossolo Vermelho em Campo Grande, MS, submetido a sistemas de manejo durante 11 anos.

PROF. (CM)	L-PC <sup>1</sup>	L-PD <sup>2</sup>	S1P3 <sup>3</sup>	S4P4 <sup>4</sup>	PP <sup>5</sup>	PP+L <sup>6</sup>	VN <sup>7</sup>
	MG HA <sup>-1</sup>						
0 a 2,5	4,8 d	6,2 cd	7,8 c	7,2 c	6,6 c	12,0 a	10,0 b
2,5 a 5	5,1 d	5,5 cd	7,0 b	6,2 bc	7,2 b	8,7 a	6,7 b
5 a 10	13,5 abc	12,2 bc	12,8 abc	11,8 c	14,3 a	13,8 ab	13,6 abc
10 a 20	23,0 a	23,5 a	22,9 a	22,7 a	25,4 a	24,1 a	23,7 a
0 a 20	46,3d	47,4 d	50,5 bcd	47,9 cd	53,5 abc	58,6 a	54,0 ab

<sup>1</sup>L-PC: lavouras em plantio convencional;

<sup>2</sup>L-PD: lavouras em plantio direto;

<sup>3</sup>S1P3: rotação soja por 1 ano – pastagem (*B. brizantha*) por 3 anos;

<sup>4</sup>S4P4: rotação soja por 4 anos – pastagem (*P. maximum*) por 4 anos;

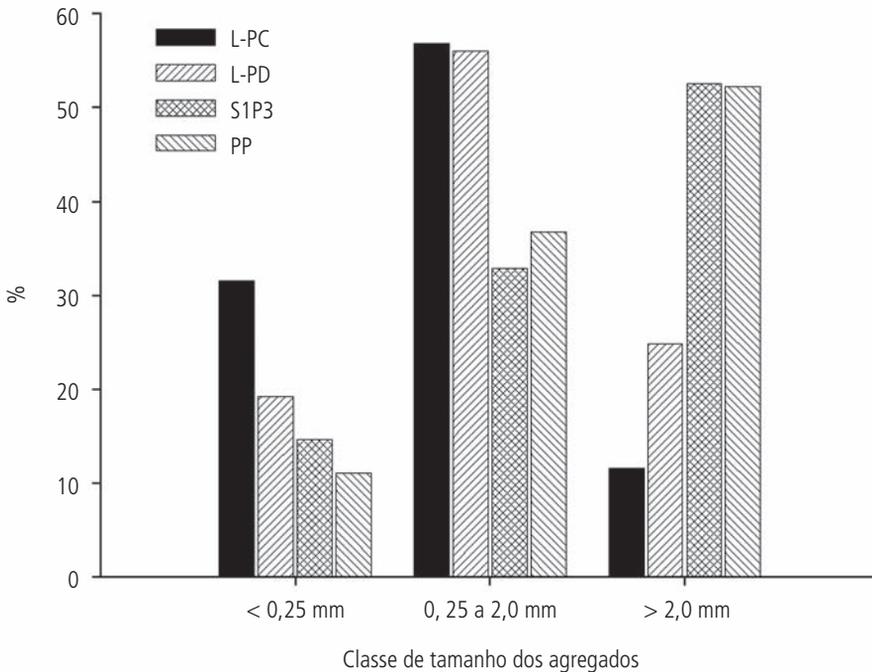
<sup>5</sup>PP: pastagem permanente (*B. decumbens*);

<sup>6</sup>PP+L: pastagem permanente (*B. decumbens*) consorciada com leguminosas;

<sup>7</sup>VN: vegetação natural

Valores médios de 3 repetições. Letras iguais indicam diferença inferior a DMS 5% para a mesma camada.

Fonte: Salton, 2005.



**FIGURA 4.12** - Distribuição dos agregados da camada de 0 a 5 cm, agrupados em 3 classes de tamanho para os sistemas de lavouras em preparo convencional (L-PC); lavouras em plantio direto (L-PD); rotação soja por 1 ano - pastagem (*B. brizantha*) por 3 anos (S1P3); pastagem permanente (*B. decumbens*) (PP). Fonte: Salton, 2005.

Em outro experimento de longa duração sobre SILPs, que está sendo realizado na Embrapa Cerrados, Planaltina, DF (VILELA et al., 2001), Marchão (2007) efetuou estudos sobre as propriedades físicas do solo, estoque de carbono e a macrofauna, para avaliar a qualidade do solo dos SILPs comparados a sistemas tradicionais e contínuos de lavoura e pastagem, incluindo métodos de preparo de solo e SPD, com dois níveis de adubação de manutenção. Uma área de vegetação nativa foi tomada como referência. O autor constatou que os SILPs alteram alguns atributos físico-hídricos do solo, causando incremento na resistência à penetração e na densidade do solo pelo pisoteio dos animais durante a fase de pastagem na rotação, mas estes não foram fatores limitantes para a produção dos cultivos anuais subsequentes. Os SILPs contribuem para aumentar o armazenamento de água e a porosidade do solo, sobretudo no SPD. Os sistemas de uso e preparo do solo influenciaram nos estoques de carbono e de nitrogênio, sobretudo no SPD, mas não se observou efeito de nível de fertilização. Em relação à macrofauna do solo, os SILPs baseados em SPD e na rotação com pastagens consorciadas com leguminosas, apresentaram maior densidade e biodiversidade de espécies, oferecendo melhores condições para a sustentabilidade da qualidade do solo. Dentre as comunidades favorecidas pelo uso de SILPs destacam-se os gêneros *Oligochaeta* (minhocas) e *Coleoptera* (besouros coprófagos) que têm papel chave na estruturação do solo. A avaliação da macrofauna mostrou ser um bom indicador de qualidade do solo (Tabela 4.2).

Em outro estudo com as mesmas características, em um experimento de longa duração, também sobre avaliação de SILPs, conduzido na Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, Silva et al. (2008) obtiveram resultados similares. A conclusão do

**TABELA 4.2 - Densidade (indivíduos /m<sup>2</sup>), riqueza de espécies (número de morfo espécies) da macrofauna de invertebrados em sistemas integrados de rotação lavoura-pecuária, sistemas contínuos e em vegetação natural de Cerrado em Planaltina, DF**

SISTEMA DE USO E PREPARO DO SOLO	ESPÉCIES	
	DENSIDADE (ind./m <sup>2</sup> )	RIQUEZA (Nº)
Vegetação Natural	4792	51
Pastagem contínua	1653	38
Lavoura contínua c/rep. solo	501	4
Lavoura contínua s/rep. solo	827	46
Pastagem – Lavoura c/rep. solo	616	22
Pastagem – Lavoura s/rep. solo	992	21
Lavoura-Pastagem c/rep. solo	1144	26
Lavoura-Pastagem s/rep. solo	3456	52

Fonte: Adaptado de Marchão, 2007.

trabalho foi que os SILPs permitem a recomposição da comunidade da macrofauna invertebrada do solo.

Com relação à interação entre atributos físicos e químicos do solo com a densidade e riqueza da macrofauna, Lourente et al. (2007) observaram em área de fazenda no Mato Grosso do Sul, que já utiliza SILPs e SPD há vários anos, que não houve correlação entre densidade de indivíduos e atributos físicos do solo, mas esta mostrou-se influenciada por algumas propriedades químicas. Dentre estas correlações positivas destacam-se as existentes entre os teores de P no solo (Mehlich-1), minhocas e larvas de coleópteros com os teores de matéria orgânica.

Alguns trabalhos disponíveis na literatura mostram as vantagens econômicas dos SILPs sobre os sistemas tradicionais contínuos e suas possibilidades na recuperação de pastagens, como os de Costa e Macedo (2001), Cobucci et al. (2007), Muniz (2007), Martha Jr. et al. (2008). A maioria desses trabalhos mostra que os SILPs apresentam vantagens em diversos indicadores de viabilidade econômica como taxa interna de retorno (TIR) e valor presente líquido (VPL).

Os benefícios relativos ao desempenho animal em sistemas de integração também são expressivos. Na tabela 4.3, são apresentados resultados de ganho de peso

**TABELA 4.3 - Produção animal em sistemas tradicionais de pastejo contínuo, sistema de integração lavoura-pecuária e pastagem degradada na região dos Cerrados em Campo Grande, MS.**

SISTEMAS	ANOS												TOTAL	MÉDIA
	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05			
KG/HA														
<b>SISTEMAS TRADICIONAIS</b>														
<i>B. decumbens</i>														
PCSA	342	556	404	360	325	235	353	249	212	270	297	3603	328	
PCCA	385	497	379	497	464	278	358	289	267	340	432	4186	381	
PCAL	399	542	456	513	399	321	441	374	326	396	408	4575	416	
<b>SISTEMAS INTEGRADOS LAVOURA-PECUÁRIA</b>														
<i>Soja/ sorgo - P. maximum Tanzânia</i>														
L4-P4	-	-	-	-	686	414	399	-	483	464	522	2968	495	
<i>Soja/ sorgo – Milho + B. brizantha Marandu</i>														
L1-P3	-	842	522	-	-	358	393	-	-	484	486	3085	514	
<b>PASTAGEM DEGRADADA</b>														
<i>B. decumbens</i>														
PD	68	90	116	111	177	73	185	127	178	201	224	1550	141	

PCSA: pasto contínuo sem adubação de manutenção; PCCA: pasto contínuo com adubação de manutenção; PCAL: pasto contínuo com adubação e leguminosas; L4-P4: 4 anos de lavoura, seguidos de 4 anos de pastagem; L1-P3: 1 ano de lavoura seguido de 3 anos de pastagem implantada com milho; PD: pastagem degradada;

Fonte: Macedo; Zimmer, 2007.

animal, em experimento de longa duração da Embrapa Gado de Corte, onde estão sendo testados diferentes sistemas de produção em um Latossolo Vermelho argiloso da região do Cerrado, que teve início com a recuperação das pastagens degradadas e, ao longo do tempo, utilizando-se dos SILPs como uma alternativa de recuperação.

Neste experimento em andamento na Embrapa Gado de Corte, segundo Costa; Macedo (2001), nota-se que sistemas tradicionais de pastagem (PC), embora apresentem resposta à adubação de manutenção, quando comparados aos não adubados e à pastagem degradada, não apresentam a mesma eficiência econômica se comparados aos SILPs (L1P3 e L4-P4). As produções dos animais, nestes últimos, são adicionadas à venda de grãos das lavouras, contribuindo diretamente para maior eficiência dos sistemas de integração. Os efeitos indiretos, tais como melhoria das propriedades do solo, embora não computados, também são vantajosos para os SILPs.

Estudos de avaliação socioeconômica precisam incorporar metodologias que considerem a contabilidade ambiental nos SILPs, pois estes são alternativa para recuperação de áreas de pastagens degradadas, que somam extensa porção do território brasileiro. Sua adoção em maior escala poderia ajudar a evitar a abertura de novas áreas de fronteira, principalmente nas regiões do Cerrado e da Amazônia. A ILP permite a intensificação e o aumento da eficiência do uso da terra, proporcionando maiores produções, em menos tempo e em menor área, diminuindo inclusive as taxas de emissão de gases do efeito estufa por unidade de produto.

### Considerações finais

A nova tendência dos SILPs é a incorporação de árvores nos sistemas, configurando o que se chama de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Trabalhos iniciais na Embrapa Gado de Leite, efetuados por Carvalho et al. (1997), onde o objetivo era ajustar forrageiras tropicais que melhor se adaptassem ao sombreamento, em sistemas silvipastoris, têm evoluído para sistemas agrossilvipastoris, onde o arranjo das linhas de árvores já leva em consideração o espaço necessário para o plantio de culturas e seus tratos culturais (SOARES et al., 2009).

A implantação de fábricas de papel e celulose em solos de baixa fertilidade, onde preponderava a pecuária de corte, no Nordeste do estado de Mato Grosso do Sul, por exemplo, e outras iniciativas especialmente em Minas Gerais para fornecimento de madeira para a siderurgia, têm incentivado o plantio de árvores. Esses cultivos são realizados em fileiras duplas ou triplas, espaçadas de 8 a 14 metros, dependendo do interesse do proprietário.

É importante ressaltar que espaçamentos maiores que 14 m favorecem o desenvolvimento da forrageira e conseqüentemente a produção animal, produzindo, todavia, menos madeira por área. Os sistemas de ILPF têm aumentado a possibilidade de

integração de florestas com a agricultura e a pecuária, diversificando a renda do produtor rural.

Finalmente, são poucos os dados estatísticos sobre áreas utilizadas com SILPs, por isso não se tem a dimensão correta de sua extensão. Estima-se, todavia, que cerca de 5% da área de culturas anuais brasileiras já pratiquem, em algum grau, essa tecnologia. Exemplos práticos da aplicação desses sistemas podem ser encontrados e visitados em diferentes regiões do país, como em Maracaju-MS, Rio Verde-GO, Campo Mourão-PR, Rondonópolis-MT, Luis Eduardo Magalhães-BA, Uberlândia-MG, Pedro Afonso-TO e Assis-SP.