



**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO
ABASTECIMENTO E DA REFORMA AGRÁRIA**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte - CNPGC
Centro Nacional de Pesquisa de Solos - CNPS/NAMS
Campo Grande, MS

**"PRÁTICAS DE
CONSERVAÇÃO DE SOLOS
SOB PASTAGENS PARA
MATO GROSSO DO SUL:
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA"**

**Silvio Tulio Spera
Sergio Gomes Tôsto
Manuel Claudio Motta Macedo**

**"PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DE
SOLOS SOB PASTAGENS PARA
MATO GROSSO DO SUL:
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA"**

(Documentos)
Nº 54

ISBN 85-297-0020-1

ISSN 0100-9443



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E DA REFORMA AGRÁRIA

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA

Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte-CNPGC

Centro Nacional de Pesquisa de Solos-CNPS/NAMS

Campo Grande, MS

**"PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DE SOLOS
SOB PASTAGENS PARA MATO GROSSO DO SUL:
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA"**

Silvio Tulio Spera

Sérgio Gomes Tôsto

Manuel Claudio Motta Macedo

Campo Grande, MS

1993

Exemplares desta publicação podem ser solicitados ao:
CNPGC

Rodovia BR 262, km 4

Telefone: (067) 763-1030

Telex: (067) 2153

FAX: (067) 763-2245

Caixa Postal 154

CEP 79002-970 Campo Grande, MS

Tiragem: 500 exemplares

COMITÊ DE PUBLICAÇÕES

Araê Boock

Ecila Carolina Nunes Zampieri Lima - Editoração

Fernando Paim Costa

Francisco Humberto Dübbern de Souza

João Cândido Abella Porto

José Raul Valério

Kepler Euclides Filho - Presidente

Maria Antonia U. C. de Oliveira Santos - Normalização

Maria Aparecida Moreira Schenk - Secretária Executiva

Editoração eletrônica: Marcos Paredes Martins

Desenho: Paulo Roberto Duarte Paes

SPERA, S.T.; TÔSTO, S.G.; MACEDO, M.C.M. Práticas de conservação de solos sob pastagens para Mato Grosso do Sul: revisão bibliográfica. Campo Grande : EMBRAPA-CNPGC, 1993. 96p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 54).

1. Solo - Conservação - Brasil - Mato Grosso do Sul. 2. Pastagem - Solo - Conservação. 3. Brasil - Mato Grosso do Sul. I. Tôsto, S.G. II. Macedo, M.C.M. III. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (Campo Grande, MS). II. Título. III. Série.

CDD 631.45

SUMÁRIO

	Pág.
1 INTRODUÇÃO	5
2 SOLOS DE MATO GROSSO DO SUL	7
2.1 Principais solos de Mato Grosso do Sul ...	7
2.2 Erodibilidade dos solos	8
3 DEGRADAÇÃO	10
3.1 Degradação do solo	10
3.2 Mecanismos de degradação de pastagens	14
3.2.1 Causas da degradação	15
3.2.2 A erosão e a degradação de pastagens ...	20
3.2.2.1 Perdas de nutrientes por erosão em pastagens	21
3.2.3 Degradação da pastagem pelo uso do fogo.	22
3.2.4 Degradação da pastagem pelo pastejo excessivo	24
4 PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO EM PASTAGENS ..	26
4.1 Práticas conservacionistas culturais ou agronômicas	26
4.1.1 Uso da terra de acordo com sua aptidão agrícola ou capacidade de uso	27
4.1.2 Respeito à legislação conservacionista .	28
4.1.2.1 Código Florestal Brasileiro	29
4.1.2.2 Estatuto da Terra	32
4.1.3 Cuidados na abertura de áreas para agro- pecuária	35
4.1.3.1 Abertura de áreas de florestas tropi- cais	36
4.1.3.2 Abertura do cerrado para pastagens ...	38

4.1.4	Estabelecimento e formação adequada de pastagens	40
4.1.4.1	Escolha de forrageiras adequadas à região	42
4.1.4.2	Correção e fertilização dos solos em pastagens	46
4.1.4.3	Formação e manejo de pastagem	50
4.1.4.4	Recuperação de pastagens	53
4.1.5	Cordões de vegetação	57
4.1.6	Quebra-ventos	58
4.2	Práticas conservacionistas de caráter mecânico	61
4.2.1	Preparo do solo e o plantio em contorno.	61
4.2.2	Sulcos e camalhões	62
4.2.3	Terraceamento	63
4.2.4	Canais escoadouros	69
4.2.4.1	Determinação da vazão de canais escoadouros	70
4.2.4.2	Secção transversal dos canais escoadouros	72
4.2.4.3	Velocidade da água no canal	74
4.2.5	Bacias de retenção	74
4.3	Controle de voçorocas	77
4.4	Controle da erosão nas estradas	81
4.5	Controle da erosão nas barrancas dos rios.	82
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84

"PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DE SOLOS SOB PASTAGENS PARA MATO GROSSO DO SUL: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA"

Silvio Tulio Spera¹

Sérgio Gomes Tôsto²

Manuel Claudio Motta Macedo³

1 INTRODUÇÃO

A conservação dos recursos naturais - solo, água, flora e fauna - vem sendo, há bastante tempo, alvo de atenção de alguns técnicos, produtores e autoridades ligadas ao setor agropecuário em geral. Sua importância tem alcançado novas dimensões, em virtude da intensidade do uso e do grande incremento de áreas cultivadas com a finalidade de atender à demanda interna de alimentos e matérias-primas, para uma população sempre crescente, e também às expectativas de gerar produtos exportáveis e implantar culturas energéticas.

Com a expansão da fronteira agrícola, principalmente nas áreas de cerrado, e com o aumento da intensidade do uso dos recursos naturais renováveis, o risco de degradação dos solos de aptidão agrícola mais restrita será substancialmente elevado, implicando em graves conseqüências econômicas e sociais.

¹Eng.-Agr., B.Sc., CREA Nº 109.234/D-SP - Visto 5.637/MS, EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPS/NAMS), Caixa Postal 154, CEP 79002-970 Campo Grande, MS.

²Eng.-Agr., B.Sc., CREA Nº 4140/81-RJ, EMBRAPA-CNPS/NAMS.

³Eng.-Agr., Ph.D., CREA Nº 31.309/D-SP - Visto 3.400/MS, EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC), Caixa Postal 154, CEP 79002-970 Campo Grande, MS.

É imprescindível, portanto, que se amplie e fortaleça uma mentalidade conservacionista que possa conduzir a população ao uso racional destes recursos, garantindo assim o seu aproveitamento por tempo ilimitado.

O solo é o recurso natural mais intensivamente utilizado para se atender à necessidade de produção contínua de alimentos nas quantidades e variedades exigidas pela espécie humana. Não é, porém, uma fonte inesgotável e ilimitada.

Terras com boas condições para exploração agropecuária podem tornar-se pouco produtivas ou mesmo improdutivas pelo uso e manejo inadequados, que degradam os solos expondo-os à erosão acelerada e afetando as suas propriedades favoráveis ao desenvolvimento das culturas.

Esta publicação é uma revisão bibliográfica de conceitos e instruções práticas sobre conservação do solo e da água, feita com base na literatura e nas práticas de uso consagrado, sem contudo, se constituir num "manual de recomendação". É dirigida principalmente a engenheiros-agrônomo que atuam na extensão rural, assistência técnica, assessorias, consultorias e administração rural, para que estes profissionais tomem conhecimento de cada uma destas práticas e onde encontrá-las com mais detalhes. As práticas conservacionistas apresentadas neste trabalho foram, em sua maioria, desenvolvidas em Estados vizinhos, porém, dada a similaridade de solos e clima, são possíveis de serem adotadas no Estado de Mato Grosso do Sul.

2 SOLOS DE MATO GROSSO DO SUL

2.1 Principais solos de Mato Grosso do Sul

De acordo com os levantamentos realizados em Mato Grosso do Sul (Brasil 1971, 1982a, 1982b, 1982c; e Mato Grosso do Sul 1989), na Tabela 1 são listados os principais solos encontrados neste Estado.

TABELA 1. Área total aproximada e área representativa dos principais solos de Mato Grosso do Sul.

Grupo de solos	Símbolo	Área (km ²)	%
Latossolo vermelho-escuro	LE	82.000	23,4
Latossolo roxo	LR	37.900	10,8
Latossolo vermelho-amarelo	LV	1.600	0,5
Terra roxa estruturada	TE	800	0,2
Podzólico vermelho-escuro	PE	21.700	6,2
Podzólico vermelho-amarelo	PV	13.400	3,9
Podzol hidromórfico	HP	28.800	8,2
Brunizem avermelhado	BV	1.000	0,3
Planossolo	PL	34.300	9,7
Solonetz-solodizado	SS	14.400	4,2
Plintossolo	PT	4.400	1,3
Solos glei	HGP/HG	12.400	3,5
Areias quartzosas	AQ/AQH	60.400	17,2
Regossolos	RE	8.000	2,3
Solos aluviais	A	50	<0,1
Vertissolos	V	7.000	2,0
Rendzinas	RZ	2.700	0,8
Solos litólicos	R	11.300	3,3
Solos orgânicos	O	850	0,2

Fonte: Mato Grosso do Sul (1989).

2.2 Erodibilidade dos solos

Cada tipo de solo apresenta comportamento diferente quanto à erosão. Isto se deve a um fator intrínseco do solo: a erodibilidade. Bertoni & Lombardi Neto (1990) definem erodibilidade como a menor ou maior facilidade dos solos serem erodidos, fixados os demais fatores.

As propriedades do solo que influenciam a erodibilidade estão relacionadas àquelas que influem na velocidade de infiltração da água no solo, da permeabilidade, capacidade de absorção da água, e as características que determinam a resistência à dispersão, ao salpicamento, à abrasão e às forças de transporte da enxurrada (Bertoni & Lombardi Neto 1985). Solos mais arenosos, por exemplo, degradam-se ou são erodidos mais facilmente que solos argilosos.

O conhecimento das características do solo que afetam a erodibilidade é pré-requisito fundamental para o planejamento conservacionista. Os levantamentos pedológicos atuais fornecem estas informações em mapas de solos e boletins descritivos. Ainda não se dispõem de informações quantitativas sobre a erodibilidade dos solos do Estado de Mato Grosso do Sul. Entretanto, na Tabela 2, é apresentado o grau de resistência à erosão dos principais grupos de solos do Estado.

TABELA 2. Textura, resistência à erosão e fertilidade natural dos principais grupos de solos de Mato Grosso do Sul.

Grupo de Solo	Texturas predominantes ¹	Grau de resistência à erosão ²	Fertilidade natural ¹
LE	média à argilosa	alto a moderado	álícos
LR	argilosa a muito argilosa	alto	álícos, distróficos e eutróficos
LV	média à argilosa	moderado	álícos e distróficos
TE	argilosa	alto a moderado	eutróficos e distróficos
PE	arenosa/média*	moderado a baixo	álícos, distróficos e eutróficos
PV	média/argilosa*	muito baixo	álícos e distróficos
HP	arenosa	alto a moderado	distróficos
BV	muito argilosa	moderado	eutróficos
PL	arenosa/média*	muito baixo	álícos, distróficos e eutróficos
SS	arenosa/média ou média/argilosa	muito baixo	eutróficos (solódicos)
PT	variável	variável	álícos ou distróficos
HGP/HG	média à argilosa	alto	álícos, distróficos e eutróficos
AQ/AQH	arenosa	moderado a baixo	álícos
RE	arenosa**	moderado a baixo	álícos, distróficos e eutróficos
A	variável	variável	álícos, distróficos e eutróficos
V	argilosa a muito argilosa	moderado	eutróficos
RZ	média à argilosa**	moderado	eutróficos
R	média à argilosa**	muito baixo	álícos, distróficos e eutróficos
O	arenosa	alto	álícos

* Textura binária (Text. horiz. A/Text. horiz. B)

** Com cascalho

¹Fonte: Mato Grosso do Sul (1989)

²Fonte: Adaptado de Lombardi Neto et al. (1988).

3 DEGRADAÇÃO

O conceito de degradação está associado a processos de deterioração, empobrecimento, perda, desestruturação, e, nas últimas décadas, poluição e contaminação do meio ambiente.

A degradação do solo é referida como a deterioração de suas propriedades, por perda de volume e estrutura por erosão e compactação; perda de fertilidade por erosão e manejo inadequado; e, alterações causadas por adubos químicos e pesticidas. É incorreto utilizar o termo degradação para indicar o decréscimo na fertilidade do solo, devido à extração de nutrientes pelas plantas e animais (FAO 1975).

A degradação em pastagens é o declínio na produção devido a fatores relacionados ao solo, tais como: deficiência de nutrientes; água; erosão; e ao uso de espécies forrageiras inadequadas, manejo incorreto da pastagem e do rebanho etc. (Baruqui et al. 1985).

3.1 Degradação do solo

A degradação do solo, ou seja, deterioração de suas propriedades edáficas, sobrevém quando, por exemplo, se interfere na sua cobertura natural, eliminando-a simplesmente ou substituindo-a por uma cultura mal conduzida. No primeiro caso o solo fica exposto à erosão acelerada, sendo o efeito dos agentes erosivos mais ou menos intenso, conforme resistência do solo à erosão. No segundo caso a degradação do solo pode ser causada tanto pela erosão acelerada, como pela deterioração de suas propriedades devido ao uso e manejo indevidos (Sobral Filho et al. 1980).

A erosão das terras é o principal fator que tem conduzido a agricultura a baixas produtividades e elevados custos de produção, o que vem provocando o desaparecimento de pequenas e médias empresas agrícolas, ocasionando um esvaziamento populacional da zona rural e agravamento dos problemas sociais nos grandes centros urbanos (Castro 1987). O processo erosivo arrasta, além das partículas de solo e quantidades de água, os nutrientes. Um dos primeiros trabalhos no Brasil sobre o assunto foi realizado por Grohmann & Catani (1949), que determinaram as perdas de macronutrientes e matéria orgânica em solo Podzólico vermelho-amarelo, no Estado de São Paulo, sob o cultivo de algodão. Esses dados (Tabela 3) evidenciam o enorme arrastamento de elementos nutritivos do solo e principalmente da matéria orgânica.

TABELA 3. Perdas de nutrientes em Podzólico vermelho-amarelo, textura arenosa/média, comparados com os nutrientes extraídos pela cultura do algodão.

Agentes de empobrecimento do solo	N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha	Ca kg/ha	Mat. Org. kg/ha
Solo transportado	46,5	7,4	7,0	79,0	780,0
Enxurrada decantada	-	0,6	5,3	11,2	-
Erosão total	46,5	8,0	12,3	90,2	780,0
Extr. pelo algodoeiro	13,5	4,5	6,5	1,9	-
Perdas totais	60,0	12,5	18,8	92,1	780,0

Fonte: Grohmann & Catani (1949).

Estes autores verificaram ainda que o material erodido era 1,9 vez mais rico em nitrogênio, 2,8 vezes em fósforo, 2,3 vezes em potássio, 1,9 vez em cálcio e 2 vezes mais rico em matéria orgânica, do que o solo original.

A erosão, como já foi dito, é a principal forma de degradação do solo. Entretanto, a deterioração de um solo pode ocorrer de outras formas, sem que haja necessariamente a remoção física das partículas minerais do solo. Uma destas formas é a **lixiviação** ou "**erosão vertical**", que consiste no movimento vertical do material coloidal do solo até as partes mais profundas do perfil do solo por meio da água de infiltração (Colégio de Postgraduados 1977). Como resultado deste movimento, há diminuição de fertilidade na camada superficial. Este problema é comum em solos arenosos do Brasil.

A degradação do solo também pode se dar pela formação de uma **camada de compactação**. A compactação do solo pode ser induzida de várias maneiras: a) remoção da cobertura vegetal e conseqüente adensamento da camada superficial pelo impacto das gotas de chuva (Buckmann & Brady 1967); b) tráfego intenso de máquinas agrícolas e uso de implementos inadequados (Mantovani et al. 1984); e c) intenso pisoteio do gado sobre áreas de pastagens, bem como pelo caminhamento intermitente do rebanho numa mesma área (Bertoni 1966). Um bovino de 400 kg exerce uma pressão no solo cerca de 10 vezes maior que um trator de esteiras (Haag & Dechen 1985, citando Primavesi). O dano provocado pelo pisoteio, além de afetar as raízes das forrageiras, causará quebra na estrutura do solo quando este estiver úmido, perdendo a sua permeabilidade. Os solos argilosos são mais sensíveis a estes problemas (Escuder 1980).

O número excessivo de reses sobre uma pastagem pode levar à degradação do solo e da planta, pela exposição daquele ao impacto da chuva, e à erosão, quando a vegetação é excessivamente desfolhada e reduzida (Bertoni 1966). O **excesso de pastoreio** tem sido causa de degradação do solo e até de desertificação, em todos os continentes da Terra (Dorst 1973).

Áreas de pastagens têm sido danificadas pelo excessivo pastoreio e a recuperação natural destas áreas é lenta, especialmente quando nestes campos ainda permanece o gado. Agravam ainda mais este problema o mau manejo da pastagem, a sua utilização precoce ou tardia e a má distribuição do gado na área (Bertoni & Lombardi Neto 1985).

As queimadas e o uso indiscriminado do fogo são também fatores de degradação do solo. A queima é a técnica mais comum para a limpeza de pastos, campos agrícolas, roças e desmatamentos. Não há dúvida que a cinza, deixada no terreno, provoca aumento de fertilidade pelo menos por dois anos, de acordo com a textura do solo (Lourenço et al. 1976, Dias Filho 1987). A matéria orgânica do solo é pouco afetada pelo fogo numa pastagem de cerrado, pois a queima é um processo rápido. Assim, é provável que os efeitos do fogo nas propriedades físicas dos solos em pastagem sejam menos marcantes que as queimadas em área de agricultura (Sánchez 1976).

Os problemas causados pelo fogo ao solo podem ser resumidos em: a) exposição do solo desnudo ao impacto das gotas de chuva; b) interrupção do ciclo de retorno da matéria orgânica; c) diminuição gradual da capacidade de retenção de cátions; d) provável formação de substâncias repelentes à água em solos queimados. Estas substâncias hidrófobas são orgânicas, compostas principalmente de carbonos alifáticos, que possuem forte repelência à água, de maneira que os solos queimados tornam-se mais compactos e secos que os não queimados (Savage et al. 1972), porém, este problema ainda não está bem estudado no Brasil; e e) arrastamento de cinzas causando maiores perdas de nutrientes do solo e poluição dos rios.

Como foi visto até agora, todas as formas de degradação do solo estão relacionadas à retirada da cobertura vegetal. Assim, é possível concluir que uma determinada área, após seu **desmatamento** ou **desflorestamento** tende à degradação mais cedo ou mais tarde (Dorst 1973).

Outro fator que acelera a degradação do solo é a **agricultura mal conduzida**, onde o solo, em função de suas características, do clima, da topografia e da cultura que sustenta (incluindo a pastagem), está sujeito a danos diversos, como por exemplo: a) erosão por ausência ou deficiência de cobertura vegetal e de raízes fixadoras; b) deterioração da estrutura, por perda de matéria orgânica, impacto da chuva ou mecanização indevida; c) pulverização ou compactação por mecanização indevida; d) empobrecimento em nutrientes, devido à extração pelas culturas, sem reposição, por lixiviação e erosão; e, e) contaminação ou poluição por defensivos e fertilizantes (Sobral Filho et al. 1980). Todos estes danos são decorrentes da aplicação de práticas agrícolas incorretas, ou seja, uso e manejo inadequados.

Além dos processos de degradação citados, podem ainda ser considerados como fatores de degradação do solo: a) sais e álcalis; b) lixo orgânico não tratado; c) microorganismos nocivos; d) lixo industrial; e) pesticidas; f) radioatividade; g) metais pesados; e h) detergentes (FAO 1971).

3.2 Mecanismos de degradação de pastagens

A degradação das pastagens é descrita como um declínio de produtividade, dado pela perda do vigor da forrageira e aumento da quantidade das ervas invasoras, pragas e doenças. Este declínio, geralmente associado à baixa fertilidade do solo e má implantação das pastagens, é agravado pelo uso de práticas inadequadas

de manejo. De um modo geral, a utilização das pastagens degradadas foi sob alta pressão de pastejo associada a pastejo contínuo ou com períodos mínimos de descanso, que não permitiram uma produtividade satisfatória a longo prazo (Serrão & Homma 1982). O pastejo contínuo, porém, não é fator de degradação quando se utilizam cargas-animal adequadas.

3.2.1 Causas da degradação

A forma extrativista de utilização da maioria das pastagens da região Centro-Oeste, onde as plantas são elemento passivo, sujeito à desfolha, às vezes descontrolada, pelo pastejo, induz a degradação, fazendo com que a continuidade da exploração, mesmo que extensiva, seja dependente de recuperação.

A falta de um manejo adequado do ecossistema da pastagem é talvez o maior causador da diminuição progressiva da produção (Souza 1990).

As condições climáticas e o potencial genético da maioria das gramíneas forrageiras utilizadas em pastagens plantadas são fatores favoráveis à produção de pastagens (Serrão & Falesi 1977). Entretanto, outros fatores afetam negativamente, de maneira direta ou indireta, sua produtividade e desenvolvimento. Os fatores limitantes, resultantes dos efeitos do ambiente regional sobre as pastagens plantadas, de acordo com Serrão & Homma (1982), são:

a) a maioria dos solos do Cerrado brasileiro possui propriedades e características insatisfatórias para as espécies forrageiras. Na Tabela 4, podemos observar as propriedades químicas referentes ao "status" de fertilidade natural destes solos.

TABELA 4. Propriedades químicas de diferentes solos dos Cerrados.

Solo	Horiz	pH Água	C %	meq/100 g		Al %	P ppm	CTC	V %
				Ca + Mg	K				
LR argiloso	A	5,2	2,3	5,7	0,40	16	2,0	13,9	44
	B	5,5	0,4	1,8	0,04	46	<1	5,2	37
LE argiloso	A	5,3	2,4	3,4	0,30	21	1,6	11,4	33
	B	5,1	0,6	0,6	0,20	57	0,8	4,3	19
LE text. média	A	5,0	0,9	1,8	0,10	27	3,4	5,5	35
	B	5,0	0,2	0,3	0,04	67	4,0	2,1	19
LV argiloso	A	4,7	1,8	0,7	0,10	47	0,6	8,0	10
	B	5,3	0,4	0,5	0,02	25	0,3	2,5	24
LV text. média	A	4,9	0,8	0,5	0,10	60	1,3	4,3	14
	B	5,1	0,2	0,3	0,04	56	0,3	2,3	17
PV álícos	A	5,0	0,9	0,7	0,10	57	1,0	5,8	14
	B	5,4	0,2	0,3	0,10	63	<1	3,3	12
AQ álícas	A	5,2	0,5	0,4	0,10	57	1,6	3,7	14
	B	5,4	0,2	0,2	0,04	66	0,8	2,0	15

Fonte: Adaptado de Adámoli et al. (1986).

Estes solos são geralmente pobres em bases (Ca, Mg e K), com elevados teores de alumínio tóxico (Al), pobres em fósforo (P) e geralmente ácidos ou muitos ácidos;

b) doenças que atacam e afetam a produção de sementes, levando a baixas produção e qualidade das sementes de forrageiras; e

c) pragas, entre as quais a mais séria é a "cigarrinha-das-pastagens".

Além dos fatores ambientais, Serrão & Homma (1982) ainda consideram que o homem tem contribuído **sobremaneira para acelerar o processo de declínio** da produtividade das pastagens plantadas. A inadequada implantação da pastagem e os métodos de manejo (sistema e pressão de pastejo) utilizados têm sido, com poucas exceções, incompatíveis com o equilíbrio satisfatório do complexo clima-solo-planta-animal.

Em conseqüência, ocorre um declínio mais acelerado da produtividade devido à erosão e à compactação do solo (principalmente os mais argilosos), favorecendo o aparecimento de ervas daninhas e a redução do vigor do capim até a degradação da pastagem (Serrão & Falesi 1977, Serrão et al. 1982, Dias Filho & Serrão 1982).

Sob condições satisfatórias de manejo, o processo de declínio da produção das pastagens está intimamente ligado às condições físicas e químicas do solo.

O declínio da produtividade é mais evidente nas áreas de capim-colonião e outros **Panicum**, por ser uma gramínea muito exigente, comparativamente às outras, quanto aos níveis de nutrientes do solo, principalmente do fósforo. Este nutriente tem seus teores disponíveis no solo diminuídos com o decorrer dos anos de utilização da pastagem, tendência que não é observada, em grande intensidade, com outros nutrientes (Serrão & Falesi 1977). Além disso, os capins desta espécie são

cespitosos, o que também pode ser um fator negativo para a proteção do solo contra a erosão.

3 A pouca capacidade de retenção de água na zona de enraizamento, característica em vários solos do Cerrado brasileiro também contribui para a degradação da pastagem. A quantidade de água disponível às plantas no solo é fator determinante do desenvolvimento e produção satisfatória (Oliveira 1980). A capacidade de retenção de água influi na permeabilidade do solo, mas não deve ser confundida com esta; e tal capacidade está diretamente relacionada com as características e propriedades intrínsecas do solo (textura, estrutura, teor de matéria orgânica etc.), das quais a textura é a mais importante (Oliveira 1980). Segundo Medina & Grohmann (1966), a disponibilidade máxima de água nos solos obedece à seguinte ordem: barrentos > argilosos > arenosos. Para Oliveira (1980), a seqüência é: solos muito argilosos > solos argilosos \approx solos textura média > solos arenosos.

Fatores relacionados a **propriedades químicas** também influem na degradação de pastagens, principalmente: caráter álico, baixa saturação de bases em diversas profundidades do perfil e baixa capacidade de retenção de cátions. Devemos considerar, entretanto, que algumas espécies de gramíneas do gênero **Brachiaria** são tolerantes a estas condições (p.ex. **B. decumbens** e **B. humidicola**) (Fig. 1).

Pastagens instaladas no solo PVe podem se desenvolver melhor que aquelas instaladas em LVA. Além disso, em situações de seca, a pastagem em solo PVe, por ter o sistema radicular mais profundo, resistirá melhor aos efeitos de estiagem que aquelas plantadas no solo LVA (Baruqui et al. 1985).

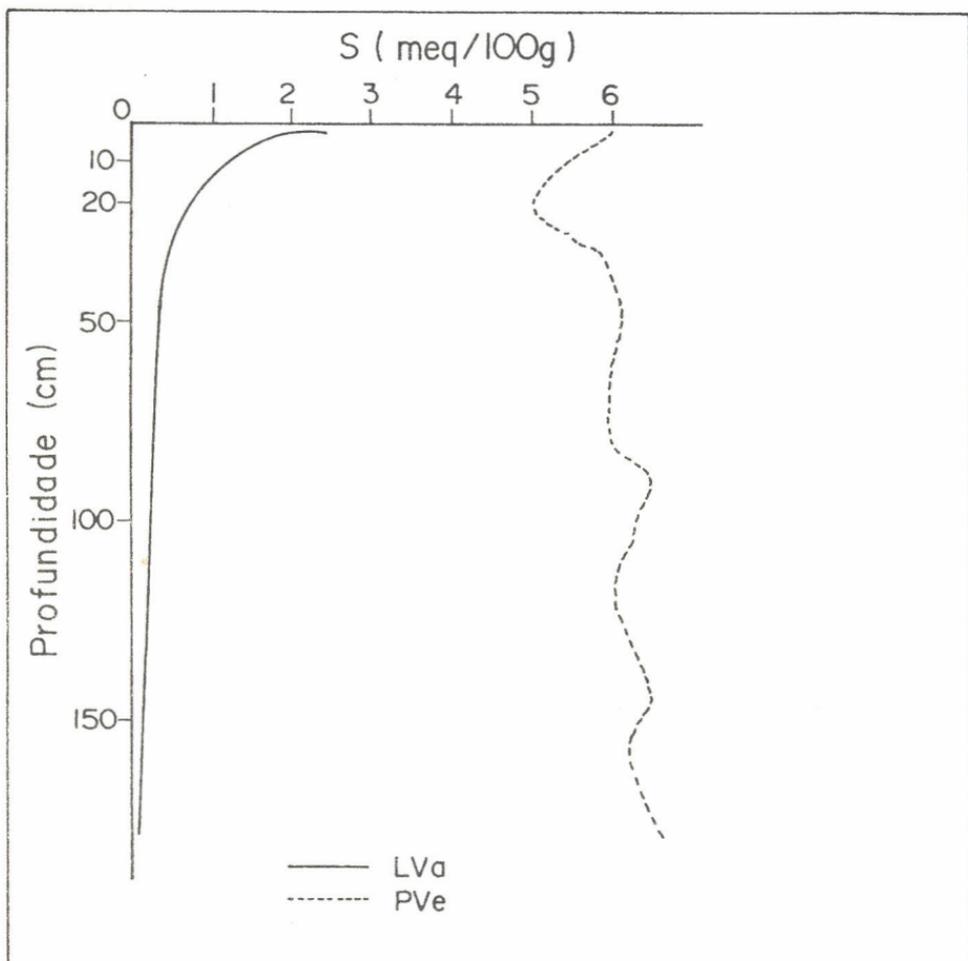


FIG. 1. Teores de nutrientes (Ca+Mg+K=S) para diversas profundidades, em Latossolo vermelho-amarelo álico e Podzólico vermelho-amarelo eutrófico. Fonte: Baruqui et al. (1985).

3.2.2 A erosão e a degradação de pastagens

A erosão, principal causa de degradação de solos agrícolas, é agravante no processo de degradação de pastagens. Ela passa a ser problema importante quando há excessivo pastejo; quando as forrageiras utilizadas não são adequadas ou adaptadas; ou quando localizadas em terrenos de topografia acidentada. A pastagem, quando bem manejada, em virtude da densa vegetação que recobre a superfície da terra, é uma forma de uso do solo que contribui para o controle da erosão (Bertoni 1966). O destaque da pastagem para a conservação do solo e da água é ilustrado na Tabela 5.

TABELA 5. Perdas de terra e água sob diferentes culturas e diferentes práticas conservacionistas, em cerrado de Brasília, DF.

Tratamentos	Perdas de terra (t/ha/ano)	Perdas de água (% da chuva)
Milho, preparo convencional	29,4	21,3
Arroz, preparo convencional	7,1	20,6
Soja, preparo convencional	8,1	14,5
Soja, plantio direto	5,4	13,5
Solo nu (parcela de Wischmeier)	52,6	23,6
Pastagem com <i>B. decumbens</i>	0,15	1,3

Fonte: Dedecek et al. (1986).

Em uma pastagem degradada ou superpastejada, as perdas de terra podem ser bem mais elevadas em função da diminuição da cobertura vegetal. A Fig. 2 ilustra o efeito da posição do terreno sobre as condições de fertilidade do solo e sua consequência na cobertura vegetal do solo.

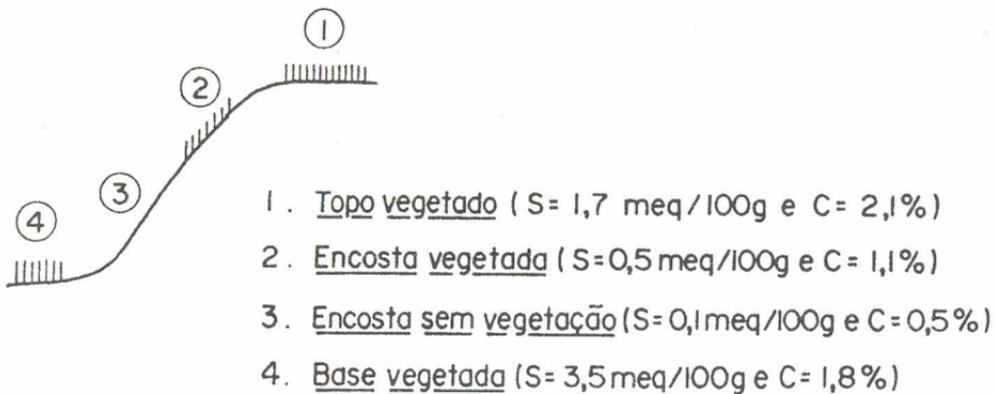


FIG. 2. Teores de nutrientes do primeiro centímetro de solo LVa, em diversas posições de uma toposseqüência.

Fonte: Baruqui et al. (1985)

Evidentemente, na toposseqüência ilustrada na Fig. 2, a base é depositária parcial das partículas carreadas, por efeito da erosão, do topo e principalmente da encosta, justamente as mais ricas em nutrientes. O primeiro centímetro de solo da base chega a ser eutrófico ($V\% > 50$), mesmo o solo sendo álico (Baruqui et al. 1985).

3.2.2.1 Perdas de nutrientes por erosão em pastagens

Não é possível quantificar em termos absolutos as perdas de nutrientes em pastagens, pois estas são função do teor de nutrientes do solo, cobertura propiciada pela pastagem, adubação etc. Bertoni (1966) sugere que, para o cálculo da quantidade dos nutrientes transportados (N, P e K), que se encontravam em estado de pronta assimilação pelas plantas, sejam tomados os teores

médios de nutrientes dos principais solos que ocorrem em determinada região. Para o cálculo do valor dos elementos nutritivos, deve-se tomar a base do preço dos principais adubos utilizados.

Greenhill (1982) colheu amostras de material depositado por enxurrada, em pastagens na Austrália, e obteve os seguintes resultados: P inorgânico e P total < 2 ppm; Ca, 2 a 11 ppm; S, 0 a 5 ppm; K, 4 a 35 ppm; nitritos, 0,01 a 0,23 ppm e nitratos, 0,07 a 2,74 ppm, dados referentes a três amostras de um litro de enxurrada. Dedecek (1986), em ensaio realizado no Distrito Federal, analisou sedimentos de erosão em pastagens sobre Latossolo vermelho-escuro, durante chuva de 30,5 mm em 2h20min, e obteve os seguintes resultados: Ca, 2,10 meq/100 ml; Ca+Mg, 2,41 meq/100 ml; P, 4,6 ppm; K, 27 ppm e matéria orgânica, 2,41%.

3.2.3 Degradação da pastagem pelo uso do fogo

Queimadas destinadas a revigorar as pastagens provocam polêmicas, tanto no plano científico como no plano econômico. Essas divergências explicam-se essencialmente pelos objetivos de uns e de outros, exploração pastoril ou conservação e reconstituição da cobertura vegetal. A prática da queimada deve ser encarada como um conjunto de casos particulares em função das condições do meio, da época e dos modos de utilização dos mesmos, assim como de outros fatores locais, como por exemplo, o relevo (Dorst 1973).

O fogo é comumente usado para eliminar das pastagens a vegetação velha, estimular o crescimento das forrageiras pouco antes da entrada das chuvas, eliminar as plantas invasoras e os parasitas animais (Garcia 1977).

Nos Estados Unidos, as queimadas protegeram por muitos anos a integridade das pradarias, e sua exclusão acarretou a invasão dos prados por arbustos não aproveitáveis como forragens (Alba 1958).

Na África, em regiões com boas precipitações, Edwards (1942) mostrou que a queimada era um dos métodos mais eficientes de manter os campos em bom estado.

Serrão & Falesi (1977), em experimento na Amazônia, verificaram as alterações químicas de um Latossolo vermelho-escuro textura média causadas pelo desmatamento e pelo seu uso pastoril com queimadas anuais e concluíram que, apesar do solo ter melhorado quanto aos fatores químicos, perdeu metade de seu teor de argila da camada superficial, com destruição dos agregados e a lavagem da argila para as baixadas e também para as camadas subsuperficiais do solo. O resultado foi uma infestação de ervas invasoras, aumento da erosão e da compactação do solo, e conseqüentemente, declínio na produção.

O uso do fogo, entretanto, é o método mais barato para limpeza de um pasto (Uhl & Buschbacher 1988), e é um instrumento de manejo de áreas de pastejo desde os tempos mais remotos. Além disso, a maior parte das pastagens naturais de cerrado tem sido sujeitas ao fogo e mostram graus diferentes de adaptação natural à queima (Tothill 1984).

O efeito mais nocivo do fogo é a destruição gradual da matéria orgânica do solo. Serrão & Falesi (1977) constataram redução dos teores de matéria orgânica no solo em 50% após 10 anos de uso com pastagem queimada anualmente. Para solos tropicais isto é danoso, pois pelo menos 56% da capacidade de troca catiônica depende da matéria orgânica (Raij 1967).

A erosão é freqüentemente aumentada com a queima, a magnitude de seus efeitos, porém, depende de diversos fatores tais como a natureza e a estação da queima, o intervalo entre estas; a freqüência, o tipo e a intensidade das chuvas; o solo e o clima (Mattos 1971). Queimar pastagens de terrenos íngremes acarreta grandes prejuízos (Árias 1963).

3.2.4 Degradação da pastagem pelo pastejo excessivo

O pastejo excessivo resulta numa série de problemas. Suas principais conseqüências são a compactação do solo e a diminuição da cobertura propiciada pela pastagem bem manejada.

O pastejo excessivo é aqui definido como lotação animal incompatível com a capacidade de produção e suporte, tanto do solo como da pastagem.

Para Jorge (1985) a compactação do solo em pastagens é devida à pressão exercida pelos cascos dos bovinos ou eqüinos. A pressão exercida por dois cascos de um bovino ou eqüino é cerca de duas vezes maior do que a exercida por um pé humano, ou quatro vezes maior do que a resultante de dois cascos de uma ovelha. Por esta razão, um bom manejo das pastagens deve incluir uma carga adequada de animais sobre a área, com a finalidade de se evitar um excessivo pisoteio. Quando a pastagem está muito baixa, o impacto do casco é maior e os animais caminham mais para obter a quantidade necessária de forragens.

O processo de compactação é basicamente a mudança de volume de uma massa de solo. É uma alteração na densidade global do solo, que se reflete na relação de vazios, ou porosidade. Este processo influi diretamente na permeabilidade do solo (Jorge 1985).

Em um ensaio feito na Estação Experimental de Yurimaguas, no Peru, Alegre & Lara (1991) estudaram o efeito do pisoteio do gado, em um Ultissolo (Typic Paleudult) recoberto com pastagem nativa, bosque secundário, *Centrosema pubescens* CIAT 438, *B. humidicola* + *Desmodium ovalifolium*, *B. decumbens* + *D. ovalifolium*, *Andropogon gayanus* + *Stylosanthes guianensis*, *A. gayanus* + *C. macrocarpum* com carga-animal variando entre 3,3 e 4,4 animal/ha em pastejo contínuo e 4,4 a 6,6 animal/ha em pastejo alternado. Medições foram feitas após cinco anos, para determinar o efeito do pastejo sobre as propriedades físicas do solo e foi constatado que: (1) a taxa de infiltração era maior nas coroas das touceiras onde o solo estava sob *A. gayanus* (> 16,5 cm/h) do que nos claros entre as plantas (13,2 cm/h), onde os animais normalmente caminham; (2) a resistência cônica (resistência à penetração da barra do penetrômetro) dos solos sob associações gramínea + leguminosas foram as mesmas do que no solo sob bosque secundário, mas foram menores que no solo sob pastagem nativa superpastejada; (3) a densidade aparente do solo nos primeiros 10 cm do solo aumentou em média 17,5% no solo sob associações de gramíneas e leguminosas, e 29,1% sob pastagens nativas, em comparação com o bosque secundário. Os resultados mostram que o pastejo animal sobre solos de floresta tropical úmida reduz a taxa de infiltração de água no solo e aumenta a densidade aparente destes solos. Ainda não há dados disponíveis para as condições do cerrado de Mato Grosso do Sul.

Outra séria conseqüência, decorrente da lotação alta, sobretudo em períodos críticos, é a diminuição da produção animal, acarretando também diminuição na capacidade de rebrota e, portanto, na produção futura de matéria verde, afetando a cobertura vegetal do solo e a persistência da pastagem.

Informações sobre manejo da pastagem e lotação animal adequadas podem ser obtidas nos "Relatórios Técnicos do CNPGC" (Relatório... 1985, 1989).

4 PRÁTICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO EM PASTAGENS

No planejamento conservacionista de uma gleba, propriedade rural, microbacia etc., é possível escolher o sistema de manejo a ser aplicado a cada porção da área, a fim de assegurar a correta conservação do solo e máxima produção.

Todas as práticas dirigidas a aumentar a resistência ou diminuir as forças que atuam na erosão são denominadas práticas de conservação do solo, as quais podem ser divididas em práticas culturais ou agrônômicas (ou vegetativas, ou edáficas) e práticas mecânicas (Suarez de Castro 1956, Foster 1967).

4.1 Práticas conservacionistas culturais ou agrônômicas

Quando se trata de modificação no sistema de cultivo, de utilizar a própria vegetação para proteger o solo, do aproveitamento da terra dentro dos limites de sua aptidão, ou de providências visando salvaguardar o solo contra o empobrecimento ou esgotamento de nutrientes, refere-se às práticas conservacionistas de caráter cultural ou agrônômico.

Ao se implantar uma pastagem ou ao recuperá-la deve-se considerar como práticas conservacionistas: o uso da terra de acordo com sua aptidão agrícola; respeito ao Código Florestal, principalmente no desmatamento; boa formação da pastagem, corrigindo e fertilizando o solo; escolha de forrageira adequada; manejo adequado, e proteção da área contra a erosão hídrica e a eólica por meio de cordões de vegetação e quebra-ventos.

4.1.1 Uso da terra de acordo com sua aptidão agrícola ou capacidade de uso

A forma de utilização das terras tem grande influência sobre a erosão e a produtividade dos solos, e, numa exploração racional, as diferentes glebas de terra deverão ser utilizadas segundo sua capacidade de suporte, tratando-se cada uma delas segundo suas necessidades particulares. O uso adequado da terra constitui o ponto de partida para a obtenção de altos rendimentos e um eficiente controle de erosão (Baruqui 1981).

Para Foster (1967), o sucesso de um programa de prevenção de erosão dentro de uma exploração agropecuária dependerá da seleção e do uso da terra dentro de sua aptidão ou capacidade. Escolher a utilização correta da terra para cada lote ou gleba é a melhor maneira de se evitar a erosão e a degradação do solo. As demais práticas, tais como terraceamento, cultivos em faixas, rotação de culturas, plantio em nível etc., são complementos do uso adequado da terra.

Na avaliação da aptidão agrícola da terra ou capacidade de uso, é importante distinguir os conceitos "terra" e "solo". O conceito "solo" é mais restrito, podendo ser resumido como um conjunto de corpos tridimensionais que ocupam a porção superior da crosta terrestre, capaz de suportar as plantas e apresentando características próprias que permitem descrevê-lo e classificá-lo. O conceito "terra" inclui, além do solo, outros atributos físicos, como localização, relevo, vegetação, clima, impedimentos à mecanização e cuja utilização agropecuária dependa de infra-estrutura (transportes, instalações, máquinas) e condições sócio-econômicas tais como: mão-de-obra, mercado, preços (Lepesch et al. 1983).

O "Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras", de Ramalho Filho et al. (1978), utilizado para a interpretação dos levantamentos de reconhecimento de solos do Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPQ) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), foi desenvolvido para atender às necessidades de projetos de colonização e desenvolvimento agropecuário de regiões pioneiras (Brasil 1970). Este sistema descreve seis grupos de aptidão para caracterizar as condições agrícolas de cada unidade de mapeamento do solo, para lavouras, para pastagens plantadas e naturais e silvicultura, sendo as áreas inaptas indicadas para a preservação da flora e da fauna.

O sistema de avaliação da capacidade de uso é muito utilizado por empresas de extensão rural oficiais e privadas, tendo boa aplicação em propriedades rurais. Este sistema está descrito nas publicações "Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. 4ª aproximação" (Lepsch et al. 1983) e "Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra. 3ª aproximação" (Escritório Técnico de Agricultura Brasil-Estados Unidos 1971).

4.1.2 Respeito à legislação conservacionista

A partir do momento em que o homem passou a viver em comunidade desenvolveram-se normas de conduta, de convivência e uso dos recursos naturais, na busca do bem-estar de todos. Essas normas ou leis evoluem no tempo, como o próprio homem, e necessitam de reajustes contínuos. Isto é essencial para que o espírito da lei seja sempre alcançado.

A lei só tem sentido quando cumprida e, em nosso país, a legislação conservacionista não tem tido aplicabilidade (Pinto & Resende 1985).

As normas relativas ao meio ambiente têm sido preocupação desde o tempo do Império, porém, somente em 1930 surgiu o primeiro Código Florestal de forma a regularizar os desmatamentos que vinham sendo feitos à revelia. Em 1965, foi instituído o Código Florestal Brasileiro, pela Lei nº 4.771, de 15.09.65, alterado pela Lei nº 7.803, de 18.07.89 (Brasil 1989).

Além do Código Florestal Brasileiro de 1965, alterado em 1989, existe o Estatuto da Terra (Brasil 1964), que disciplina o acesso e utilização da terra. Nesta legislação destacam-se os seguintes artigos e parágrafos:

4.1.2.1 Código Florestal Brasileiro

Art. 2º - Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situados:

- a) ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:
 - 1 - de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
 - 2 - de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de distância entre margens;
 - 3 - de 100 (cem) metros para os cursos d'água que possuam entre 50 (cinquenta) e 200 (duzentos) metros de largura;
 - 4 - de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que possuam entre 200 (duzentos) e 600 (seiscentos) metros de largura;

- 5 - de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água com largura superior a 600 (seiscentos) metros;
- b) ao redor das lagoas, lagos de reservatórios d'água natural e artificial;
 - c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;
 - d) no topo de morro, montes, montanhas e serras;
 - e) nas encostas ou parte destas com declividade superior a 45° equivalentes a 100% na linha de maior declive;
 - f) nas restingas como fixadores de dunas ou estabilizadoras de mangues;
 - g) nas bordas de tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;
 - h) em altitudes superiores a 1.800 m, qualquer que seja a vegetação.

- Art. 3º - Consideram-se ainda de preservação permanente, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural, destinadas:
- a) a atenuar a erosão das terras;
 - b) a fixar as dunas;
 - c) a formar as faixas de proteção ao longo das rodovias e ferrovias;

- d) a auxiliar a defesa do território nacional, a critério das autoridades militares;
- e) a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;
- f) a asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção;
- g) a manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas;
- h) a assegurar condições de bem-estar público.

Art. 8º - Na distribuição de lotes destinados à agricultura, em planos de colonização e de reforma agrária, não devem ser incluídas as áreas florestadas de preservação permanente, de que se trata esta lei, nem as florestas necessárias ao abastecimento local ou nacional de madeira e outros produtos florestais.

Art. 10º - Não é permitida a derrubada de florestas situadas em áreas de inclinação entre 25° e 45° sendo nela tolerada extração de toros quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes.

Art. 12º - Nas florestas não consideradas de preservação permanente, é livre a extração de lenha e demais produtos florestais ou a fabricação de carvão. Nas demais florestas, dependerá de norma estabelecida em ato de Poder Federal ou Estadual em obediência às prescrições ditadas pela técnica e às peculiaridades locais.

Art. 14º - Além dos preceitos gerais a que está sujeita a utilização das florestas, o Poder Público Federal ou Estadual poderá:

- a) prescrever outras normas que atendam às peculiaridades locais;
- b) proibir ou limitar o corte das espécies vegetais consideradas em via de extinção, delimitando as áreas compreendidas no ato, fazendo depender, nesta área, de licença prévia o corte de outras espécies;
- c) ampliar o registro de pessoas físicas ou jurídicas que se dediquem à extração, indústria e comércio de produtos e subprodutos florestais.

Esta lei regulamenta também as reservas legais, exploração de florestas e o uso de moto-serras, sendo importante que seja de conhecimento dos técnicos e produtores rurais.

4.1.2.2 Estatuto da Terra

Art. 2º - É assegurada a todos a oportunidade de acesso à propriedade da terra, condicionada pela sua função social, na forma prevista nesta lei.

1º - A propriedade da terra desempenha integralmente sua função social quando simultaneamente:

- b) mantém níveis satisfatórios de produtividade;
- c) assegura a conservação dos recursos naturais.

2º - É dever do Poder Público:

- b) zelar para que a propriedade da terra desempenhe sua função social, estimulando planos para sua racional utilização, promovendo a justa remuneração e o acesso do trabalhador aos benefícios da produtividade e do bem-estar coletivo.

Art. 18º - A desapropriação por interesse social tem por fim:

- a) condicionar o uso da terra à sua função social;
- c) obrigar a exploração racional da terra;
- e) estimular pesquisa pioneira, experimentação, demonstração e assistência técnica;
- f) efetuar obras de renovação, melhoria e valorização dos recursos naturais;
- h) facultar a criação de áreas de proteção à fauna, à flora ou outros recursos naturais, a fim de preservá-los de atividade predatórias.

Art. 20º - As desapropriações a serem realizadas pelo Poder Público, nas áreas prioritárias, recairão sobre:

- III - Áreas cujos proprietários desenvolverem atividades predatórias, recusando-se a pôr em prática normas de conservação dos recursos naturais.

Art. 45º - A fim de completar os trabalhos de zoneamento, serão elaborados, pelo Instituto Brasileiro de Reforma Agrária, levantamentos e análises para:

- I - Orientar as disponibilidades agropecuárias nas áreas sob o controle do Instituto Brasileiro de Reforma Agrária, quanto a melhor destinação econômica das terras, adoção de práticas adequadas segundo as condições ecológicas, potencial de uso e mercado interno e externo;
- II - Recuperar, diretamente, mediante projetos especiais, as áreas degradadas em virtude do uso predatório e ausência de medidas de proteção dos recursos naturais renováveis e que se situem em regiões de elevado valor econômico.

Art. 46º - O Instituto Brasileiro de Reforma Agrária (atualmente Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA) promoverá levantamentos, com utilização nos casos indicados, nos meios previstos no capítulo II do Título I, para elaboração do Cadastro de imóveis rurais em todo o País, mencionando:

- III - Condição da exploração e do uso da terra indicando:
 - a) percentagem da superfície total além de cerrados, matas, pastagens, glebas de cultivo (especificamente em exploração e inexploradas) e em áreas inaproveitáveis;
 - b) os tipos de cultivo e de criação, as formas de proteção e comercialização dos produtos;
 - d) as práticas conservacionistas empregadas e o grau de mecanização.
- 1º - Nas áreas prioritárias de reforma agrária, serão complementadas fichas cadastrais elaboradas para atenderem as finalidades fiscais, com dados relativos ao relevo, às

pendentes, à drenagem dos solos e às outras características ecológicas que permitam avaliar a capacidade do uso atual e potencial e fixar uma classificação das terras para fins de realização de estudos microeconômicos, visando essencialmente, à determinação por amostragem para cada zona e forma de exploração:

- c) das dimensões ótimas do imóvel rural, do ponto de vista do rendimento econômico;
- d) do valor das terras em função das características do imóvel rural, da classificação da capacidade potencial de uso e da vocação agrícola das terras;

Art. 47º - Para incentivar a política de desenvolvimento rural, o Poder Público se utilizará da tributação progressiva da terra, do Imposto de Renda, da colonização pública e particular, da existência e proteção à economia rural e ao cooperativismo e, finalmente, da regulamentação do uso e posse temporários da terra objetivando:

- II - Estimular a racionalização da atividade agropecuária dentro dos princípios de conservação dos recursos naturais.

4.1.3 Cuidados na abertura de áreas para agropecuária

A abertura de áreas para exploração agropecuária deve ser feita somente após criterioso planejamento regional, que conclua pela necessidade de se abrirem novas áreas, devendo ser observado um conjunto de normas para fins de racionalização do aproveitamento dos recursos naturais. Tais normas, em razão de nossas condições climáticas, estabelecem procedimentos que impedem ou disciplinam a

destruição da vegetação natural protetora dos solos ou que atenuam os efeitos destas mediante práticas conservacionistas (Sobral Filho et al. 1980).

Nas áreas consideradas adequadas para agropecuária, de conformidade com a aptidão agrícola e com o Código Florestal Brasileiro, o desmatamento deverá ser conduzido segundo épocas e técnicas cuja maior ou menor adequação é função de características regionais.

4.1.3.1 Abertura de áreas de florestas tropicais

A seleção do método de abertura é o ponto crucial que afetará a produtividade futura da pastagem em áreas de florestas tropicais. Diversos estudos comparativos realizados na América Latina tropical confirmam que o corte manual e os métodos de queima são superiores aos diferentes tipos de desmatamento mecânico, devido ao valor das cinzas como fertilizante e devido à menor compactação do solo e desnudamento da sua superfície, em comparação ao desmatamento mecanizado (Sánchez & Salinas 1983).

A adição de nutrientes pelas cinzas confere efeitos benéficos às propriedades químicas e físicas do solo. Isto resulta em maiores rendimentos durante os primeiros anos de pastagem. Silva (1978) estimou que 20% da biomassa florestal derrubada se converteu realmente em cinzas depois da queima de uma mata virgem em Latossolo, no sul da Bahia e, analisando amostras de composição de cinzas provenientes de diferentes espécies vegetais, observou faixas amplas de variação: 0,8 - 34% de N; 0 - 14 ppm de P; 0,6 - 4,4 meq de Ca/100 g; 0,11 - 21,03 meq de Mg/100 g; e 34 - 345 meq de K/100 g.

O uso de tratores de esteiras no desmatamento provoca os efeitos adversos típicos da compactação do solo, particularmente em Podzólicos de textura arenosa/média. Sánchez & Salinas (1983), conforme apresentado na

Tabela 6, mostraram diminuições significativas nas taxas de infiltração, na porosidade do solo e aumento na densidade aparente de solos após desmatamento mecanizado.

TABELA 6. Efeitos do método de abertura de florestas sobre a taxa de infiltração da água (solos Podzólicos).

Método de abertura	Yurimaguas (Peru)	Barrolândia (Bahia)
Floresta virgem	26 cm/h	24 cm/h
Derrubada e queima (1 ano após)	10 cm/h	20 cm/h
Trator de esteiras (1 ano após)	0,5 cm/h	3 cm/h

Fonte: Sánchez & Salinas (1983), adaptado de Seubert et al. (1977) e Silva (1978).

Outro efeito observado é o desnudamento da superfície do solo, não pela lâmina do trator de esteiras, que normalmente se mantém por cima do solo, mas pelo arraste de árvores desenraizadas e troncos. Comumente se observa a remoção da superfície do solo de lugares altos e sua acumulação em lugares baixos (Sánchez & Salinas 1983). O melhor rebrotamento da floresta próximo às fileiras de vegetação derrubada indica que o desnudamento da superfície do solo pode resultar em reduções significativas do rendimento (Sánchez 1976).

Silva (1978), comparando os métodos extremos: corte e queimada, com uso de trator de esteiras, com tratamentos que incluíam primeiro a remoção das árvores comerciais seguido de corte e queima, observou nestes tratamentos todas as vantagens da queima, mas com um valioso aumento nos rendimentos.

4.1.3.2 Abertura do cerrado para pastagens

A ausência de cobertura vegetal fechada na região dos Cerrados permite várias opções para transformar a vegetação nativa em sistemas de produção agropecuária. Diferentemente das regiões de florestas úmidas, no cerrado existe um sistema de produção pecuária extensiva, com manejo, de solo praticamente nulo (Sánchez & Salinas 1983). Segundo Adámoli et al. (1986), o Cerrado brasileiro apresenta cinco classes fisionômicas: a) **Campo Limpo**, cobertura de gramíneas sem vegetação arbustiva; b) **Campo Sujo**, cobertura contínua de gramíneas, com arbustos pequenos amplamente dispersos; c) **Campo Cerrado**, cobertura contínua de gramíneas sob uma cobertura arbórea descontínua suficientemente dispersa para transitar veículos; d) **Cerrado**, constituído por duas coberturas vegetais (rasteira e arbórea), nas quais é impossível transitar veículos; e) **Cerradão**, cobertura dominante e quase fechada de árvores altas sob a qual existe uma cobertura descontínua de gramíneas e outros.

O desmatamento e as técnicas utilizadas estão relacionados com os tipos fisionômicos descritos. Duque et al. (1980) descreveram técnicas de desmatamento dos cerrados, em áreas para instalação de pastagens. Para o "Campo Limpo", os autores recomendam a técnica tradicional de queima e remoção manual dos arbustos e aração do terreno. Para "Campo Cerrado", "Cerrado" e "Cerradão", o procedimento consiste em tombar a vegetação arbórea com correntões pesados de 25 m, tracionados por tratores ou "buldozers". Um terceiro trator amontoa os troncos caídos em leiras, que irão proporcionar alguma proteção contra erosão. Parte deste material se remove para lenha ou carvão e, entre as leirasse queima para eliminar a vegetação remanescente.

Folle & Seixas (1986) indicam o uso do correntão e ainda descrevem o uso de tratores com lâminas frontais ou de ancinho. O trator derruba a vegetação, em passadas sucessivas e paralelas, deixando o material o mais enleirado possível, para retirada ou queima posterior. Para o enleiramento, o trator de esteiras com lâmina frontal ou ancinho é a melhor ferramenta. A operação de destoca e extração de raízes pode ser feita com uso de "ripper", ou seja, escarificador reforçado, montado na traseira do trator, com comando hidráulico. Esta técnica evita o uso do fogo, que destrói a matéria orgânica, essencial para os solos de cerrado, porém é mais usada em áreas destinadas à lavoura, por serem mais onerosas.

O desmatamento ou a remoção da vegetação existente, para Sobral Filho et al. (1980), deve ser conduzido segundo épocas e técnicas cuja adequação é função das características regionais e da cultura a ser estabelecida. As seguintes recomendações são feitas:

a) dentro de um plano conservacionista, abater a vegetação no final da estação chuvosa, quando a umidade do solo lhe confere menor resistência, facilitando o trabalho e impedindo grande revolvimento do solo, o que poderá remover a matéria orgânica superficial, por ocasião do destocamento. Em operações mecanizadas, utilizar máquinas que causem menor compactação e pulverização do solo;

b) enleirar a vegetação derrubada perpendicularmente aos declives, ou seja, em contorno. As leiras podem fazer o papel de terraços;

c) em áreas sujeitas à erosão eólica, prever quebra-ventos e sombreamento das pastagens, mantendo de preferência faixas ou capões;

d) havendo necessidade do uso da queimada em restos de vegetação, executá-la o mais superficial possível, e sobre solo úmido. Fazer aceiros e esperar alguns dias após a derrubada, para queimar a vegetação.

Os efeitos das práticas de desmatamento nos cerrados não estão ainda bem documentados, mas parecem ser menos marcantes que aqueles das florestas tropicais. A quantidade de cinzas produzidas pela queima dos cerrados é somente uma fração daquela produzida pela queima de florestas. Em consequência, as alterações nas propriedades químicas do solo devido ao desmatamento são menores e o desnudamento da camada superficial do solo devido ao arrastamento pelas lâminas dos tratores de esteiras são também menos pronunciadas devido à menor densidade de vegetação (Sánchez & Salinas 1983). As florestas tropicais acumulam nutrientes na camada superficial do solo rica em matéria orgânica. Já nos cerrados, a distribuição da matéria orgânica e nutrientes é mais uniforme com a profundidade (Sánchez 1976).

4.1.4 Estabelecimento e formação adequada de pastagens

Mesmo que todas as plantas sejam úteis no controle da erosão, a eficiência na redução das perdas de solo e água depende sobremaneira da distribuição e do tempo em que as plantas permanecem sobre o solo (Hudson 1973).

Com base neste fato, é possível afirmar que as pastagens constituem um dos meios mais eficazes no melhoramento e conservação dos solos, desde que sejam utilizadas as práticas agronômicas adequadas. Assim, os seguintes benefícios diretos podem ser esperados:

a) Proteção do terreno contra o impacto das gotas de chuva;

- b) Proteção da superfície contra a ação erosiva e dessecante dos ventos;
- c) Melhoramento da estrutura do solo (Pastures... 1959);
- d) Melhoria na permeabilidade superficial do solo (Pastures... 1959);
- e) Aumento na capacidade de retenção de umidade (Pastures... 1959);
- f) Melhoria da drenagem e redução dos escoamentos superficiais (Pastures... 1959);
- g) Renovação e suprimento de matéria orgânica (Using... 1974);
- h) Conservação da fertilidade do solo (Using... 1974).

Quando são estabelecidas boas pastagens, nos terrenos não agricultáveis principalmente, a erosão do solo se reduz. O solo protegido sob uma cobertura vegetal efetiva se manterá mais produtivo e a necessidade de adubos minerais será menor (Colégio de Postgraduados 1977).

As pastagens geralmente são formadas por gramíneas, plantas herbáceas, arbustivas baixas e semi-arbustivas. Cerca de 6.000 espécies conhecidas vivem em todo tipo de "habitat", desde o Equador até às regiões polares. As gramíneas são predominantes devido a sua habilidade de crescer densamente, de produzir de 500 a 2.000 hastes por metro quadrado, de desenvolver um sistema de raízes finas e abundantes, geralmente profundas e que se ramificam no solo tão intensamente que raras são as plantas que conseguem competir com elas por umidade e nutrientes. E poucas como elas toleram um pastejo contínuo e freqüente (Hudson 1973).

As gramíneas resistem ainda a períodos irregulares de seca, vegetam em zonas de umidade limitada, em condições úmidas, solos alcalinos e algumas delas ainda enriquecem

o solo quando utilizadas em sistemas de rotação de culturas. Devido à densidade do sistema radicular, as gramíneas são próprias para o controle da erosão em razão de sua capacidade de diminuir a intensidade de enxurrada e prender as partículas do solo, formando pequenas rugosidades no terreno, que retardam o movimento da água. São importantes também no controle da erosão eólica (Bertoni & Lombardi Neto 1985).

Leprun et al. (1986) destacam que a cobertura de gramínea cultivada é particularmente eficaz no controle da erosão a ponto de diminuir em até 300 vezes a perda de terra e em até 10 vezes a perda de água em comparação ao solo nu.

A utilização de pastagens consorciadas na recuperação de terrenos erodidos pode devolver a estes solos a "cor verde" e restabelecer a produção auto-sustentada em áreas que eram consideradas irremediavelmente perdidas para a produção agrícola (Recuperación... 1990).

4.1.4.1 Escolha de forrageiras adequadas à região

Em Mato Grosso do Sul é grande a extensão de solos com textura arenosa (>30% da área) e textura média (≈30% da área). Oitenta e cinco por cento da área do Estado é ocupada por solos com baixa fertilidade natural, sendo que deste montante, cerca de 2/3 são álicos. Dos restantes 15% de solos, considerados eutróficos ($V\% > 50\%$), 1/3 apresenta problemas de salinidade, sendo solódicos (Mato Grosso do Sul 1989). Mais de 90% dos solos do Estado possuem níveis de fósforo (P) menores que 2 ppm (extrator Mehlich), abaixo do limite mínimo exigido pelas gramíneas (Macedo 1990).

Estas informações são úteis para prevenir o pecuarista quanto aos efeitos danosos do uso de métodos empíricos de formação de pastagens. É preciso utilizar técnicas adequadas de manejo e conservação do solo e

observar os cuidados necessários para instalar e manter uma pastagem produtiva e duradoura.

Nas regiões de Mato Grosso do Sul onde predominam as pastagens cultivadas, as gramíneas mais comumente plantadas são: *B. decumbens*, *B. humidicola*, capim-colonião (*Panicum maximum*), *B. brizantha*, capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*), *A. gayanus*, *Setaria anceps* cv. Kazungula. Destas, pode-se destacar, para solos de baixa fertilidade e com problemas de toxidez de alumínio trocável (álícos) e textura arenosa a *B. decumbens*, *B. humidicola* e *A. gayanus* (Relatório... 1985).

A recomendação de gramíneas para as áreas de cerrado depende, em primeiro lugar, do nível de fertilidade e da declividade do terreno. Nos solos férteis e medianamente férteis, situados em terrenos suave-ondulados (<12% de declividade), adapta-se o capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq. cv. Colonião), o capim-setária (*Setaria anceps* cv. Kazungula) e o capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa* Stapf) (Vilela & Garcia 1980).

Nos solos situados em terrenos com declividade superior a 12%, independente da fertilidade natural, é recomendável o uso de plantas estoloníferas, em especial a *B. decumbens*, *B. humidicola* e *Paspalum* spp. (Vilela 1977, Vilela & Garcia 1980).

Contudo, convém salientar, não é recomendável estabelecer áreas extensas com uma só forrageira, para evitar problemas com as pragas das forrageiras e doenças em animais.

Relativamente às pastagens consorciadas, destaca-se a participação da leguminosa que, além da capacidade de fixar o N atmosférico no solo, apresenta melhor valor nutritivo que as gramíneas (Kornelius et al. 1982).

No Brasil, a utilização das leguminosas tropicais para a alimentação do gado tem sido limitada, principalmente pela falta de conhecimentos e de

incentivo adequado. Como os solos aráveis férteis serão cada vez mais necessários para a produção de cereais, a criação de bovinos irá depender crescentemente de solos inadequados para agricultura intensiva e, nestas circunstâncias, é evidente que as leguminosas ricas em proteínas e capazes de melhorar o nível de fertilidade do solo terão um lugar especial nas pastagens no cerrado (Seiffert 1984).

É essencial, portanto, que sejam escolhidas consorciações adaptadas às condições existentes e capazes de aí persistirem. As gramíneas têm crescimento mais denso e mais rápido que as leguminosas, recuperando-se rapidamente de um pastejo, o que dificulta a competição das leguminosas.

Gramíneas e leguminosas tropicais têm diferentes ciclos fotossintéticos (C3 em leguminosas e C4 em gramíneas), o que confere às gramíneas maior capacidade de produção de matéria seca e, portanto, de competição, fator este de peso dentro das limitações em pastagens consorciadas. Seleção de gramíneas baseada na escolha das potencialmente mais produtivas, talvez sejam negativas do ponto de vista de sua capacidade de consorciação com leguminosas. A tendência atual na consorciação é preferir gramíneas menos responsivas à aplicação de fertilizantes, aliadas a leguminosas tolerantes a solos menos férteis, como os *Stylosanthes* spp.

A adaptação da leguminosa às condições edafoclimáticas é fator primário da máxima importância, requerendo testes iniciais intensos e longos. Neste sentido, considera-se que a região sul de Mato Grosso do Sul esteja situada numa faixa climática marginal para boa parte das leguminosas forrageiras mais comuns como *Centrosema* spp., soja perene, calopogônio, siratro e outras, devido às geadas que dizem por completo ou limitam seriamente a produção de sementes,

indispensáveis ao processo de perpetuação da espécie na consorciação. Além disso, algumas destas espécies apresentam exigências de fertilidade que, uma vez corrigidas, estimulam também o exagerado crescimento da gramínea, aumentando a competição.

Alguns *Stylosanthes* sp. têm apresentado bom potencial nos cerrados do Centro-Oeste, sendo inclusive pouco exigentes quanto à fertilidade de solo. A despeito de serem nativos da região apresentam, freqüentemente, limitação no uso pelos ataques de doença causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (antracnose). Novas variedades e híbridos de *Leucaena* spp. tolerantes a solos ácidos, despontam como bastante promissoras para formação de bancos de proteína e utilização estratégica nos períodos secos.

Variedades de soja perene (*Glycine wightii*) têm bom potencial em solos bem corrigidos, porém, especial atenção deve ser dada ao manejo de formação e de manutenção visando impedir a predominância dos capins com elas consorciados, visto que estes tenderão a responder de forma mais pronta e rápida à aplicação dos fertilizantes.

Algumas leguminosas apresentam especificidade de *Rhizobium* para nodulação e fixação de nitrogênio, o que, na prática, significa necessidade de inoculação das sementes com linhagens do organismo adequado, por ocasião do plantio. Este é o caso das *Leucaena* spp., *Centrosema* spp., soja perene e outras.

Em resumo, os principais fatores que condicionam o sucesso de pastagens consorciadas são:

- Adaptabilidade às condições edafoclimáticas;
- Fertilização e correção do solo;
- Especificidade e infectividade do inóculo utilizado (*Rhizobium*);
- Compatibilidade entre as espécies forrageiras;
- Manejo de formação e de manutenção.

4.1.4.2 Correção e fertilização dos solos em pastagens

Não basta controlar a erosão para manter a fertilidade do solo, pois também contribuem para seu depauperamento o consumo de elementos nutritivos pelas culturas, a combustão de matéria orgânica e a lixiviação pelas águas de percolação. Calagem e adubação são consideradas práticas conservacionistas agrônomicas de caráter edáfico que, com modificações no sistema de cultivo, além do controle da erosão, mantêm ou melhoram a fertilidade do solo (Bertoni & Lombardi Neto 1985).

A adubação e a calagem promovem o revigoramento da pastagem, e aumentando o seu adensamento proporciona-se uma melhor cobertura protetora do solo contra a erosão. Em terrenos de acidez elevada, a calagem propicia um melhor crescimento de leguminosas e gramíneas (Bertoni 1966).

Os resultados da utilização de calagem em pastagens são tão bons como aqueles obtidos em culturas anuais. Vários autores afirmam que isto se deve às diferentes respostas de espécies de gramíneas quanto à saturação de alumínio e acidez.

As gramíneas tropicais mais cultivadas, as braquiárias, são plantas altamente adaptadas a solos ácidos com elevada saturação de alumínio. E das gramíneas mais utilizadas, além das do gênero *Brachiaria*, *Andropogon* e mesmo algumas espécies de *Panicum* são altamente tolerantes à acidez. Entretanto, *Melinis minutiflora* (capim-gordura) e *Hyparrhenia rufa* (capim-jaraguá) produzem menos da metade do seu potencial em condições de acidez (Relatório... 1985). A *B. humidicola* tem sido relatada como a mais adaptada e tolerante à acidez.

O uso da calagem em pastagens em Mato Grosso do Sul ainda não foi suficientemente estudado. Os métodos de recomendação no Estado são os mesmos utilizados em outros Estados. São eles:

a) O Método de Correção do Alumínio e Cálcio + Magnésio Trocáveis de Kamprath (1967) conforme Lopes & Abreu (1987), indicado para calagem de pastagens de forrageiras exigentes em fertilidade do solo.

$$NC = 2 \times Al + [2 - (Ca + Mg)] \text{ (onde NC = Necessidade de Calagem)}$$

b) O Método dos Teores de Cálcio e Magnésio no Solo, de acordo com Tabela 7:

TABELA 7. Sugestões de calagem para implantação de gramíneas no Centro-Oeste.

Ca + Mg (meq./100 ml)	Doses de calcário a aplicar (kg/ha)	
	Gramíneas tolerantes à baixa fertilidade e acidez do solo	Gramíneas não tolerantes à baixa fertilidade ou acidez
<1,0	1.000	2.000 - 3.000
1,0 a 2,0	500	1.000 - 2.000
>2,0	0	500 - 1.000

Fonte: Adaptado de Sanzonowicz (1986); Macedo (1990).

c) O Método de Saturação de Bases, de Raij et al. (1985), ainda em fase inicial de utilização em Mato Grosso do Sul, especificamente para pastagens, deve ser usado com cautela.

$$NC = T \times \frac{(V2 - V1)}{100} \times f$$

V2 = V% desejado de 40 a 60%.
(Para pastagens ainda há muitas dúvidas).

A EMBRATER (1977) recomenda, para a região Centro-Oeste, o uso da calagem somente quando se faz consorciação de gramíneas leguminosas, tomando-se por base as recomendações para a leguminosa a ser adotada.

A adubação de pastagens em exploração intensiva em Mato Grosso do Sul ainda é pouco utilizada. Pastagens apresentam características próprias quanto à extração de nutrientes. A presença do animal confere ao sistema um aspecto diferente daquele das culturas anuais quanto à extração e reciclagem de nutrientes. O capim-colonião, por exemplo, para produzir 23 t/ha de matéria seca (forragem cortada), extrai 288 kg/ha de N, 44 de P, 363 de K, 149 de Ca, 99 de Mg e 45 de S, ou seja, extrai cerca de 10 vezes mais nutrientes que o milho e 6 vezes mais que a soja, para uma produção média, respectivamente, de 2,5 e 1,2 t/ha de grãos (Malavolta et al. 1986). Entretanto, num sistema de pastagem perene e pastejo contínuo, a reciclagem de nutrientes poderá ser da ordem de 70 a 90% (Macedo 1990). Isto influi nas práticas culturais de manutenção das pastagens e equivale a dizer que a necessidade de fertilizante é maior na implantação e menor na manutenção das pastagens. Em ambos os casos, comparadas as necessidades das culturas anuais, as pastagens tropicais têm menores exigências.

A adubação nitrogenada em pastagens não tem sido recomendada em Mato Grosso do Sul. O Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (Relatório... 1985, 1989) recomenda a consorciação de pastagens com leguminosas forrageiras como forma de fornecer N às gramíneas e ao solo. Em pastagens manejadas intensivamente, onde se utilizam gramíneas de maior potencial de produção, a Comissão de Fertilidade do Solo de Minas Gerais (1989) sugere o uso de doses superiores a 100 kg N/ha/ano, parceladas em três aplicações durante o período chuvoso, para os cerrados de Minas Gerais.

As recomendações provisórias para adubação fosfatada, potássica, sulfúrica e micronutrientes para o Centro-Oeste são apresentadas nas Tabelas 8 e 9.

TABELA 8. Recomendações preliminares de adubação fosfatada para implantação de pastagens no Centro-Oeste.

Teores de argila no solo			
> 20%		< 20%	
Teor de P no solo (Mehlich)	kg/P ₂ O ₅ /ha a aplicar	Teor de P no solo (Mehlich)	kg/P ₂ O ₅ /ha a aplicar
-	240	-	150
1 a 3	150	1 a 5	90
3 a 5	80	5 a 9	50
5 a 10	50	9 a 18	30
> 10	0	> 18	0

Fonte: Sanzonowicz (1986); Macedo (1990).

TABELA 9. Recomendações preliminares de adubação potássica para solos de cerrado com teor de argila acima de 20%¹.

Teores de K extraível	Doses de K ₂ O (kg/ha)
0 - 25	40 - 60
25 - 40	20 - 40
> 40	0

¹Em solos com teores de argila menores que 20%, aplicar metade da dose recomendada no plantio e o restante em cobertura no início da próxima estação chuvosa.

Fonte: Sanzonowicz (1986); Macedo (1990).

A adubação com enxofre e micronutrientes, segundo Sanzonowicz (1986) e Macedo (1990), é a seguinte:

- a) Enxofre: 30 a 40 kg/ha de S;
- b) Molibdênio: 0,15 a 0,25 kg/ha de Mo (pasto consorciado);
- c) Boro: 0,6 a 0,8 kg/ha de B;
- d) Cobre: 1,2 a 2,0 kg/ha de Cu (principalmente em solos arenosos).

4.1.4.3 Formação e manejo de pastagem

Para o estabelecimento de pastagens devem ser considerados o clima e o solo da propriedade, bem como o uso previsto para a pastagem e, em função disto, as espécies forrageiras devem ser escolhidas. A qualidade da semente e o seu preparo, a fertilidade atual e o preparo do solo, época e método de plantio e manejo de formação, são fatores que, em conjunto ou isolados, irão determinar o sucesso ou não da formação da pastagem (Zimmer et al. 1986).

É comum haver lotes de sementes com excesso de resíduos vegetais, solo ou ainda mistura de outras forrageiras. O uso de sementes sem análise laboratorial pode levar ao sério risco de se semear uma quantidade de sementes abaixo do ideal, pois as recomendações de densidade de semeadura levam em conta a pureza e germinação (valor cultural) e as conseqüências serão, com certeza, uma pastagem com má formação inicial, cheia de falhas e invadida pelo mato (Zimmer & Miranda 1990).

O preparo do solo deve ser feito de modo a propiciar um bom estabelecimento das forrageiras, com equipamentos apropriados e em época oportuna. Pode-se preparar o solo com arado ou grade, ou com ambos. Zimmer & Miranda (1990) destacam a importância de pelo menos duas gradagens pesadas ou uma aração seguida de gradagem niveladora, visando reduzir a rebrota das plantas perenes de cerrado.

Para redução dos custos de formação, o plantio de pastagem pode ser precedido de um ou dois anos de culturas anuais, ou ser feito um plantio conjunto da pastagem com arroz, milho ou até espécies florestais, quando for o caso. O plantio conjunto promove um melhor preparo do solo, evita o rebrote do cerrado e ainda fornece algum resíduo de fertilizante para a pastagem (Zimmer & Miranda 1990).

A época de plantio tradicionalmente utilizada na implantação de pastagens é bastante ampla, começando com as primeiras chuvas, em setembro, até março. Esta, entretanto, é importante e deve ser considerada para que ocorra uma boa germinação das sementes e rápida formação da pastagem. Desta forma, ocorrerão menores perdas de solo por erosão e a utilização mais imediata da pastagem. Outra medida utilizada para se reduzir a erosão é o plantio no final das chuvas, obtendo-se apenas crescimento inicial da pastagem que completará a sua formação no início da estação chuvosa seguinte, cobrindo rapidamente o solo e evitando-se assim a erosão (Zimmer et al. 1986).

Em experimento realizado em Campo Grande, MS, foram estudadas as épocas de plantio de setembro a março, durante três anos, para *B. decumbens*, *B. ruziziensis*, *B. humidicola*, *P. maximum* (Green Panic) e *H. rufa* (jaraguá). Os resultados indicaram a *B. decumbens* como a mais versátil entre as *Brachiaria*, adaptando-se a semeaduras entre outubro e fevereiro, com 40% de cobertura em 60 dias e a *B. humidicola* teve seu estabelecimento restrito às épocas mais chuvosas, de novembro a janeiro, com 20% de cobertura em 60 dias. Para o Green Panic, o período mais favorável foi entre outubro e dezembro, com boa cobertura do solo e produção de matéria seca aos 90 dias. O capim-jaraguá foi o que tolerou uma mais ampla faixa de plantio, indo de agosto a março (Relatório... 1985).

Cuidados especiais com a profundidade de plantas devem ser observados. Gramíneas como jaraguá, braquiárias, colônião, gordura etc., estabelecem-se bem em plantios superficiais. Leguminosas, entretanto, requerem profundidades de plantio entre 2,5 e 4,0 cm, que favorecem a emergência e o estabelecimento da maioria das espécies (Zimmer & Miranda 1990). Estabelecimentos rápidos e uniformes são favorecidos pela rolagem da área, imediatamente após a semeadura, com rolo de pneus lisos.

Muitas falhas no plantio de pastagens são devidas ao uso de equipamentos não adequados, ou mesmo à inexistência destes equipamentos. A maioria dos implementos são equipamentos destinados ao plantio de cereais e, conseqüentemente, inadequados ao plantio de forrageiras. Espécies que se estabelecem em semeaduras superficiais podem ser distribuídas a lanço, por semeadura manual ou por avião, e podem ser posteriormente compactadas com rolo (Zimmer et al. 1986).

O período mais crítico na vida de uma pastagem é o de estabelecimento. Se não for obtido um bom "stand" inicial, a pastagem pode demorar anos para atingir o estado de plena formação, com prejuízos óbvios sobre o solo, inclusive.

A manutenção de uma efetiva cobertura protetora do solo, promovida pela gramínea, dependerá da intensidade de pastejo e carga-animal adotada no manejo da pastagem. Em ensaios realizados na Austrália, Mitchell (1966) constatou que, em parcelas pesadamente pastejadas, a erosão anual foi em média quatro vezes maior que naquelas levemente pastejadas.

Por isso, Mitchell (1966) destacou que o manejo da carga-animal é necessário para se assegurar a manutenção de uma efetiva cobertura vegetal, suficiente para dar

proteção ao solo, particularmente nas épocas e locais de maior risco de erosão. A cobertura mínima necessária para dar proteção ao solo deverá ser determinada para cada região, de acordo com a aptidão de uso da terra, tal que o sistema de manejo da lotação animal possa ser delimitado por local, a fim de que se mantenham as pastagens em equilíbrio com o seu ambiente.

Vieira (1990) reportou que pastos formados de *B. decumbens* em cerrado, sem adubos, podem comportar de 1 a 1,5 UA/ha/ano, sob pastejo contínuo, mas esta taxa tende a sofrer sensíveis diminuições com o tempo. A experiência do criador, a orientação técnica, aliada ao bom senso, indicará o quanto o pasto ainda está produzindo e, em função disto, pode-se avaliar o quanto de gado pode comportar.

4.1.4.4 Recuperação de pastagens

Fato comumente observado nas pastagens do Centro-Oeste e no Brasil inteiro, é a acentuada queda de produção com o passar do tempo, com conseqüente queda na capacidade de lotação. Períodos de boas produções após a implantação, mesmo em solos de baixa fertilidade, recém-desbravados, são seguidos, após número variável de anos de utilização, por quedas mais ou menos acentuadas até o ponto em que, muitas vezes, mesmo após períodos de vedação prolongados, as pastagens não se recuperaram mais a contento. Estima-se, hoje, que cerca de 30-40% das pastagens de *B. decumbens* do Centro-Oeste estão degradadas a este nível, exigindo, portanto, a sua recuperação. O fato não é novo e, no passado, procurava-se substituir as espécies degradadas por outras, menos produtivas, porém, melhor adaptadas às novas condições do solo, menos fértil. Pastagens de colônias em São Paulo foram, posteriormente, substituídas por grama-batatais e, ainda hoje, é comum substituí-las por *B. decumbens*, *B. humidicola* etc. Evidentemente, este é um

ciclo que não pode ser continuado, sob pena de se chegar a um ponto em que nada mais se adaptará ao solo extremamente depauperado. É necessário, portanto, evitar que haja degradação, e, nos casos em que isso já ocorreu, recuperar os solos e os pastos. Em Mato Grosso do Sul a degradação acelerada, particularmente de *B. decumbens*, tem sido constatada nas áreas de solos areias quartzosas.

Como já foi visto anteriormente, numa pastagem em que as plantas são debilitadas pelo pastejo, aumenta a área de solo desprotegido. O impacto das gotas de chuva inicia o processo de erosão. O pisoteio intenso do solo úmido também auxilia o processo (Souza 1990).

Costa (1980) apresentou, como medidas para a manutenção da cobertura do solo e controle de erosão, as seguintes recomendações: a) proteção dos topos de montanha, e aproximadamente um terço do declive, com vegetação de mata, para evitar formação de enxurradas; b) revegetação de encostas já descobertas com espécies de valor madeireiro ou forrageiro; c) melhor utilização de áreas de tabuleiros e baixadas, que geralmente são mais férteis, evitando-se utilizar aquelas áreas amoreadas; d) divisão da pastagem em piquetes, controlando melhor o pastejo de animais, e utilização de sistema de manejo que permita a manutenção da cobertura do solo; e) lotação animal adequada, evitando o superpastejo, com cargas-animal compatíveis com a forragem disponível no piquete com base no conhecimento da capacidade de suporte da pastagem; f) adubação e calagem; g) localização criteriosa de cercas, bebedouros e cochos, de modo a evitar a concentração e a movimentação de bovinos em um só sentido, principalmente ladeira abaixo; h) construção de sulcos e camalhões; i) terraceamento; j) evitar queimas freqüentes.

Quando a pastagem já está degradada, é preciso procurar restabelecer o processo produtivo da mesma. A introdução de leguminosas pode aumentar a produção e as condições nutritivas das plantas forrageiras pela fixação do nitrogênio atmosférico. A implantação de leguminosas requer, porém, uma melhoria nos níveis de cálcio e fósforo do solo. Uma outra opção é a rotação com algumas culturas anuais, como por exemplo, a soja, o milho e o arroz. A pastagem irá se beneficiar com os resíduos da adubação da cultura (Souza 1990).

Carvalho et al. (1990), numa área de Latossolo vermelho-escuro argiloso, de cerrado, visando avaliar os efeitos e custos de diferentes estratégias na recuperação de uma pastagem degradada de *B. decumbens* cv. Basilisk, utilizaram as seguintes técnicas: (1) introdução de leguminosas; (2) revolvimento do solo; e (3) adubação por meio de culturas anuais. Os resultados preliminares indicam que: a) o uso da gradagem por si só, não proporciona efeitos na recuperação da pastagem degradada; b) a gradagem associada ao calcário e à adubação corretiva mostrou-se agronomicamente eficiente na recuperação da pastagem degradada; c) o uso de uma cultura anual antes da reforma pode facilitar a introdução de leguminosas; d) entre as culturas anuais, o milho apresentou a maior produção de grãos, provavelmente devido a sua maior capacidade de competição com a forrageira na fase de desenvolvimento inicial e ao menor ataque de pragas.

A reforma, ou até mesmo a formação das pastagens, podem ser feitas em faixas alternadas, visando reduzir a erosão. Galetti (1987) sugere o seguinte: subdivisão do pasto em seis ou mais faixas fixas de 50 m, no sentido perpendicular ao declive, como ilustrado na Tabela 10.

O "Sistema Barreirão", como é popularmente conhecido, consiste no plantio simultâneo do arroz e da pastagem (*Brachiaria*). Após a colheita do arroz, a pastagem se desenvolve às custas da adubação residual da lavoura e dispensando-se gastos com preparo do solo e semeadura da *Brachiaria*.

4.1.5 Cordões de vegetação

Cordões de vegetação são faixas estreitas de vegetação, em contorno, intercaladas à cultura principal em espaços regulares e mantidas com plantas que desenvolvem crescimento denso. Os cordões de vegetação são utilizados com a finalidade de reduzir a velocidade de escoamento das águas da chuva sobre o solo, e diminuir o efeito da enxurrada com a diminuição do volume de água deslocado, ou seja, reduz a quantidade de terra arrastada pela enxurrada (Baruqui & Fernandes 1985).

Os cordões de vegetação, também chamados de faixas de retenção vegetativa e barreiras vivas, podem ser utilizados para culturas anuais e perenes, representando opção para produtores que não tenham recursos para construção de terraços, pois esta prática dispensa utilização de maquinário (Sobral Filho et al. 1980). A utilização de cordões de vegetação em pastagem está restrita àquelas em regiões de relevo fortemente ondulado e montanhoso. Suárez de Castro (1956) citou o uso de cordões de vegetação em pastagens nas regiões montanhosas da Colômbia e América Central, utilizando-se de capim-vetiver ou capim-limão (*Andropogon maricatus* e *Cymbopogon citratus*). No caso de outras culturas anuais ou perenes, o autor sugeriu o uso de capins que possam ser cortados para alimentar o gado, tais como: cana-de-açúcar, capim-elefante etc. Nos terraços e curvas de níveis o capim-elefante também pode ser deixado para pastejo após a colheita da cultura principal. Não é

recomendado o uso de leguminosas como a crotalaria e o guandu, pois não formam barreira eficiente.

Para separação entre pastagens e terras de lavoura, Foster (1967) recomendou, em determinadas regiões dos Estados Unidos, o uso da combinação de cercas de arame, em contorno, com cercas vivas formadas por plantas arbustivas.

O uso de cordões vegetados não são difundidos no Brasil, mas podem ser utilizados em áreas de pastagens já instaladas em regiões de relevo fortemente ondulado e montanhoso.

Faixas com vegetação nativa do cerrado, em nível, com larguras entre 3 e 5 m, podem ser mantidas durante o desmatamento ou na limpeza da pastagem, visando servir como barreira à erosão e ao vento, e servindo ainda de abrigo para animais e aves silvestres, principalmente aquelas insetívoras e devoradoras de carrapatos. Estas faixas podem estar distanciadas de 50 a 150 m umas das outras, dependendo da declividade do terreno e utilizando-se o bom senso. Estas práticas podem ser utilizadas em todos os tipos de solo de Mato Grosso do Sul, principalmente aqueles mais arenosos.

4.1.6 Quebra-ventos

Quebra-ventos são barreiras de árvores e arbustos para proteger solos e culturas dos efeitos danosos dos ventos e têm por função reduzir a velocidade dos ventos. Como consequência reduzem também a erosão eólica, pela diminuição de arraste das partículas do solo. Conserva a umidade do solo pela diminuição da evapotranspiração e evita a transmissão de doenças (vento carrega bactérias e fungos a longa distância) (Sobral Filho et al. 1980).

O uso de quebra-ventos deve ser adotado quando a erosão causada pelo vento se constitui em problema, e quando outras práticas se revelem pouco efetivas. Qualquer obstrução que diminua a superfície de uma área sujeita à erosão eólica reduz essa erosão. Barreiras de árvores, arbustos, culturas e mesmo cercas de arame, colocadas perpendicularmente à direção do vento, desviam-no, reduzem-lhe a velocidade na superfície do terreno e seguram as partículas do solo. Na formação de quebra-ventos devem ser conhecidos os seguintes fatores: a) altura; b) porosidade; c) comprimento; d) localização em relação à direção do vento.

Ainda, de acordo com Sobral Filho et al. (1980), citando Wooddruf e Zingg (1952), a distância de proteção oferecida pelo quebra-vento é dada pela fórmula:

$$d = 365,5 h/v \cos\theta$$

onde: d = distância de proteção oferecida pelo quebra-vento;

h = altura do quebra-vento;

v = velocidade do vento a 15 m de altura;

θ = ângulo entre a direção do vento e a normal ao quebra-vento.

O quebra-vento protege uma faixa de 20 vezes a altura das árvores. Isto significa que, utilizando árvores de 15 m de altura, ele deverá proteger uma faixa de cerca de 300 m de extensão.

A porosidade dos quebra-ventos é um dos fatores mais importantes a influir na capacidade de reduzir a velocidade dos ventos e na capacidade de transportar partículas. Estudos conduzidos em outros países indicam ser de 40% a porosidade mais indicada para quebra-vento.

A distribuição da porosidade na altura do quebra-vento também tem influência. É desejável porosidade uniforme do topo das árvores ao solo. Para tal é necessário, às vezes, plantar árvores e arbustos de diferentes tamanhos (Sobral Filho et al. 1980).

Os quebra-ventos podem ser usados no controle da erosão eólica em locais onde a chuva é suficiente para o plantio de árvores. A escolha das árvores que vão formá-los depende do tipo de solo e da disponibilidade de umidade no mesmo solo. As árvores mais usadas para isso são: grevílea, eucalipto, cedrinho, bambus e ciprestes (Remédios... 1990).

Com o quebra-vento, algum efeito é produzido na velocidade do vento no terreno anterior às árvores, porém a influência maior na redução dessa velocidade é no terreno após o quebra-vento; dependendo da altura deste, o seu efeito pode ser observado até a distância de 450 m. O efeito do quebra-vento na velocidade do vento, determinado pelo Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos, é ilustrado pela Fig. 3.

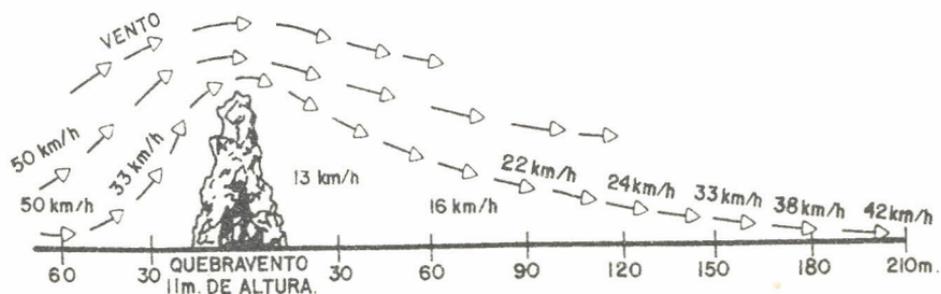


FIG. 3. Efeito do quebra-vento na redução da velocidade do vento.

Fonte: Bertoni & Lombardi Neto (1985).

Em Mato Grosso do Sul, o uso de quebra-ventos deve ser considerado, principalmente naquelas áreas de solos arenosos (Areias Quartzosas) e de textura média (Latosolo vermelho-escuro) sujeitas a ventos freqüentes.

4.2 Práticas conservacionistas de caráter mecânico

Geralmente, as práticas culturais ou agronômicas são as mais simples de serem executadas e de se manter. Por isso deve-se recorrer primeiramente a elas, utilizando as práticas mecânicas como complementares. As práticas mecânicas são aquelas que envolvem o uso de tratores, implementos e mão-de-obra especial para operar estas máquinas (Suárez de Castro 1956) e são, por isso, mais onerosas para o produtor.

4.2.1 Preparo do solo e o plantio em contorno

O preparo do solo e o plantio em contorno ou em nível é prática conservacionista fundamental, devendo fazer parte integrante de todo sistema de controle de erosão. Quando utilizada isoladamente, seu uso é restringido a áreas de até 3 a 4% de declive, porém não sujeitas a chuvas intensas. Vários estudos demonstram que o preparo do solo em contorno e o plantio em nível pode reduzir em até 50% as perdas de solo e diminuir também as perdas de água por escoamento superficial (Baruqui & Fernandes 1985). Não se cogita fazer o preparo do solo em um sentido do terreno e o plantio em outro.

Suárez de Castro (1956) observou, em um experimento com quatro anos de duração realizado na Colômbia, que em uma pastagem de pasto imperial (*Paspalum* sp.), com pendente de 21% em solo de textura média, as perdas de terra e água quando o plantio foi feito em contorno, foram de 6,8 t/ha e 10,0%, respectivamente, e quando o plantio foi feito morro abaixo as perdas foram de 15,0 t/ha e 30,0%, respectivamente.

A pastagem semeada, desde o momento de sua implantação até a sua instalação definitiva, sofre como qualquer lavoura anual os efeitos das chuvas e da erosão, ou às vezes é até pior, pois sua semeadura geralmente é rasa.

A EMBRATER (1977) recomenda que a semeadura de pastagens se inicie a partir e paralelamente ao terraço superior e inferior com o arremate feito no meio da faixa. No caso do plantio feito por meio de mudas ou outros, recomenda-se que seja feito em sulcos ou covas, em nível.

4.2.2 Sulcos e camalhões

Embora a cobertura do solo com pastagens já constitua eficiente maneira de reduzir as perdas por erosão, há, em alguns casos, necessidade do uso de medidas complementares de controle da erosão. É o caso das pastagens em formação onde a vegetação ainda não está propiciando uma cobertura eficiente, ou dos terrenos muito inclinados ou dos pastos fracos e excessivamente pastejados (Marques 1950, citado por Bertoni & Lombardi Neto 1985).

Sulcos e camalhões em contorno são práticas eficientes na retenção das águas de chuva. São recomendados especialmente para pastagens em regiões de chuvas escassas, sendo a sua grande vantagem promover uma maior retenção e distribuição das águas das chuvas. Em consequência à melhor conservação da água, a vegetação torna-se mais densa e mais vigorosa nas proximidades dos sulcos e camalhões.

A prática consiste na combinação de um pequeno canal com um pequeno dique de terra, executados depois de uma marcação prévia em contorno, com arados reversíveis (aiveca ou disco), passados uma ou duas vezes no mesmo sulco jogando a terra sempre para o lado de baixo (Bertoni & Lombardi Neto 1985).

Para a marcação dos sulcos e camalhões, as niveladas básicas são distanciadas cerca de 30 metros, e servem de linhas-base de marcação. Sobre elas, são tiradas linhas paralelas, de preferência de baixo para cima das linhas-guia. O espaçamento dos sulcos e camalhões depende das características de infiltração e do movimento da água no solo; do custo da construção; da necessidade de maior ou menor conservação da água, podendo variar de 1 a 10 metros, sendo porém, o mais comum em nossas condições, 3 metros (Bertoni 1966).

Galeti (1972) recomenda que sejam feitos sulcos rasos e estreitos, em nível, com cerca de 20 cm de largura e 20 cm de profundidade, abertos com sulcador comum, e distanciados de 3 em 3 ou de 4 em 4 m. Para terrenos não muito inclinados, Corrêa (1959) recomenda o uso de sulcos abertos em nível, feitos com arados, sulcadores ou até mesmo escarificadores com as seguintes dimensões: 15 a 30 cm de largura, 10 a 20 cm de profundidade, distâncias de 1,5 a 2,0 m. Estes sulcos podem, segundo o autor, reduzir em 90% a perda de água de enxurrada.

Sulcos e camalhões podem ser utilizados também para retenção das águas das estradas (EMBRATER 1977). Esta prática pode ser indicada para aquelas áreas onde ocorrem solos mais arenosos, nos quais o terraceamento é mais difícil de ser mantido.

4.2.3 Terraceamento

O terraço é a combinação de um canal com um camalhão ou dique de terra (Fig. 4), construído a intervalos apropriados no sentido transversal ao declive do terreno, que permite a contenção das enxurradas, forçando a absorção da água pelo solo ou a drenagem lenta e segura do excesso d'água, na área que lhe fica imediatamente acima (Corrêa 1959).

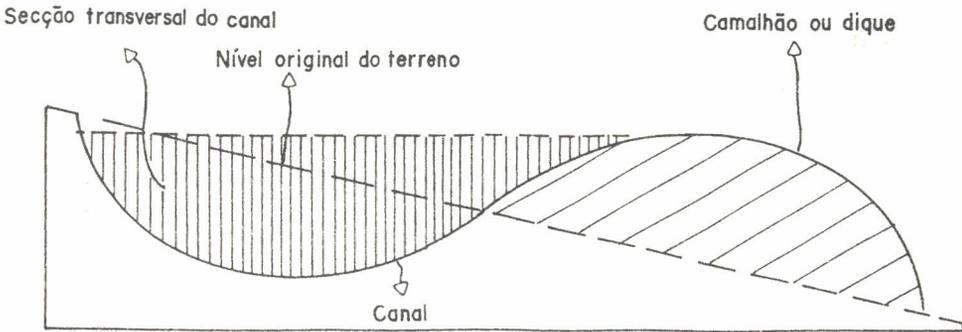


FIG. 4. Secção transversal de um terraço
 Fonte: Sobral Filho et al. (1980).

O terraceamento é uma prática eficiente para o controle da erosão, desde que seja criteriosamente planejado, executado e mantido. Um sistema de terraços, se mal planejado ou executado, poderá ocasionar mais danos que benefícios. Convém, portanto, quando for preciso terracear, fazê-lo antes de se instalar a pastagem.

É indicado para declives de até 20%, dependendo de vários fatores e condições de cada caso particular. Os terraços devem ser construídos onde outras práticas conservacionistas mais simples não sejam suficientes para controlar a erosão (Baruqui & Fernandes 1985).

A maioria das publicações sobre controle da erosão não destaca a importância do uso de terraceamento em pastagens. Galeti (1972) afirma que, apesar de as pastagens serem uma das mais eficientes formas de controle da erosão quando bem formadas e bem manejadas, muitas vezes necessitam da ajuda dos terraços. Para seu emprego o autor elaborou tabelas para espaçamentos de terraços nivelados (Tabela 11), e em desnível (Tabela 12).

TABELA 11. Tabela de espaçamento de terraços nivelados para pastagens.

Declive (%)	Solo arenoso		Solo argiloso	
	EV (m)	EH (m)	EV (m)	EH (m)
1	0,70	70,0	0,75	75,0
2	0,75	39,5	0,90	45,0
3	0,90	30,0	1,05	35,0
4	1,00	25,0	1,20	30,0
5	1,05	21,8	1,35	27,0
6	1,20	20,0	1,50	25,0
7	1,29	18,4	1,65	23,6
8	1,40	17,5	1,80	22,5
9	1,50	16,7	1,95	21,7
10	1,60	16,0	2,10	21,0
11	1,70	15,4	2,25	20,4
12	1,80	15,0	2,40	20,0
13	1,90	14,7	2,25	19,6
14	2,00	14,3	2,70	19,3
15	2,10	14,0	2,85	19,0
16	2,20	13,8	3,00	18,7
17	2,30	13,6	3,15	18,5
18	2,40	13,4	3,30	18,3

EV = espaçamento vertical

EH = espaçamento horizontal

Fonte: Galetti (1972).

Os terraços em nível apresentam as seguintes vantagens: armazenam água no solo e não necessitam de locais para escoamento do excesso d'água. No entanto, têm a desvantagem do maior risco de rompimento e a exigência de limpeza dos sedimentos com mais freqüência (Galetti 1972).

Para regiões onde ocorrem chuvas intensas, às vezes próximas uma das outras, não havendo tempo para que o canal do terraço absorva toda a água ali retida, Galetti (1972) recomenda o uso de terraços em desnível.

TABELA 12. Tabela de espaçamento de terraços em desnível (ou com gradiente) para pastagens.

Declive (%)	Solo arenoso		Solo argiloso	
	EV (m)	EH (m)	EV (m)	EH (m)
1	0,75	75,0	0,80	80,0
2	0,90	45,0	1,00	50,0
3	1,05	35,0	1,20	40,0
4	1,20	30,0	1,40	35,0
5	1,35	27,0	1,60	32,0
6	1,50	25,0	1,80	30,0
7	1,65	23,6	2,00	28,6
8	1,80	22,5	2,20	27,5
9	1,95	21,7	2,40	26,7
10	2,10	21,0	2,60	26,0
11	2,25	20,4	2,80	25,5
12	2,40	20,0	3,00	25,0
13	2,55	19,6	3,20	24,7
14	2,70	19,3	3,40	24,3
15	2,85	19,0	3,60	24,0
16	3,00	18,7	3,80	23,8
17	3,15	18,5	4,00	23,5
18	3,30	18,3	4,20	23,3

EV = espaçamento vertical

EH = espaçamento horizontal

Fonte: Galetti (1972).

Quanto à largura da base do terraço para pastagens, Galeti (1972) considera que podem ser usados os de base estreita (3 m) para os declives maiores e de base média (3-6m) para os declives mais suaves. Os de base larga (mais de 6 m) são para terrenos de pouco declive, exigindo equipamentos especiais, como o terraceador, para serem construídos.

Nos terraços a altura do camalhão não deve ser superior a 50 cm, pois acima desta altura poderá dificultar a locomoção dos animais e das máquinas. Os terraços devem ser vistoriados e restaurados sempre que apresentarem sulcos abertos pelo trânsito dos animais ou pela própria erosão.

Quando são usados terraços com gradiente, a maioria dos autores sugerem que este gradiente deve ser progressivo, da seguinte maneira: nos primeiros 100 m, gradiente 0%; de 100 m para 200 m, gradiente de 0,1%; de 200 m para 300 m, gradiente de 0,2%; de 300 m para 400 m, gradiente de 0,3%; de 400 m para 500 m, 0,4%; e de 500 m para 600 m, 0,5% (EMBRATER 1977). Em solos arenosos não deve passar de 0,3%, em argilosos pode ir até 0,5% para que a água não alcance velocidade suficiente para erodir o canal escoadouro, onde obrigatoriamente deverão estar finalizados os terraços.

A secção transversal do canal do terraço deve ser função da área a ser protegida pelo terraço e da chuva de máxima intensidade possível para um período de 15 anos (Baruqui & Fernandes 1985). Como se dispõem de poucos dados de intensidade máxima de precipitação no Brasil, os autores recomendam que a secção seja de no mínimo $0,75 \text{ m}^2$.

O tipo de terraço **Nichols**, que é construído cortando e jogando a terra sempre para baixo, ou **Mangum**, que é construído cortando e jogando a terra para baixo e para cima, dependerá do tipo de implemento que o produtor vai

ter à disposição. O terraço do tipo Nichols exige implementos reversíveis, e pode ser feito em declives de até 18%. O terraço Mangum só pode ser feito em declive de até 8% (Galetti 1972).

A construção de terraços em desnível deverá ser feita sempre depois de implantados e consolidados os canais escoadouros.

Lombardi Neto et al. (1988) utilizaram um novo conceito para cálculo de espaçamento de terraços, que considera dados de pesquisa sobre perdas de solo e água por erosão, em função da cobertura vegetal, erodibilidade, sistemas de preparo do solo, cultura e manejo e unidades de solos identificados em levantamentos pedológicos recentes. Dentro deste método, pastagens e capineiras receberam um índice que expressa a cobertura do solo e o tipo de manejo. Quanto à erodibilidade dos solos, estes foram divididos em quatro grupos, conforme resistência à erosão. Com base nisto, foram elaboradas sete tabelas. Seu uso foi testado no Estado de São Paulo e, para ser utilizada em Mato Grosso do Sul, é preciso primeiro observar se os solos descritos em São Paulo e definidos na tabela são semelhantes aos da área onde se pretende terracear. Estas tabelas não serão apresentadas neste trabalho por ocuparem muito espaço.

Os gradientes utilizados nos terraços em desnível e o tipo de terraço são os mesmos sugeridos por Galetti (1972). O volume de água captado em cada terraço é calculado pela mesma fórmula utilizada em canais escoadouros.

Resck (1981) apresentou uma tabela para culturas anuais e permanentes, incluindo pastagens e capineiras que têm sido utilizadas amplamente na região dos Cerrados. O autor recomenda que a tabela seja utilizada sem gradiente (Tabela 13).

TABELA 13. Tabela de espaçamentos para culturas permanentes e anuais, para os cerrados do Centro-Oeste.

Declividade (%)	Terra arenosa < 15% arg.		Terra franco-arenosa 15-35% arg.		Terra argilosa > 35% arg.	
	EH (m)	EV (m)	EH (m)	EV (m)	EH (m)	EV (m)
	1	73	0,73	76	0,76	81
2	43	0,85	46	0,92	51	1,02
3	33	0,98	36	1,07	41	1,22
4	25	1,10	31	1,22	36	1,42
5	24	1,22	27	1,37	33	1,63
6	22	1,34	25	1,53	31	1,83
7	21	1,46	24	1,68	29	2,03
8	20	1,59	23	1,83	28	2,24
9	19	1,71	22	1,98	27	2,44
10	18	1,83	21	2,14	26	2,64

EH = espaçamento horizontal

EV = espaçamento vertical

Fonte: Resck (1981)

4.2.4 Canais escoadouros

No planejamento de qualquer sistema de terraços com gradiente, é preciso escolher os locais que servirão como escoadouros, desaguadouros ou coletores da água proveniente dos canais do terraço. Caso contrário, a água concentrar-se-á em um só local e provocará forte erosão das margens do terreno e dos terraços. Um sistema de terraços pode necessitar de um ou mais escoadouros para receber as águas provenientes dos canais e conduzi-las para locais apropriados (Corrêa 1959). Dessa maneira os canais escoadouros são definidos como canais de drenagem superficial, geralmente estabilizados por vegetação e construídos com formas e declives convenientes, sendo utilizados para conduzir fluxos

concentrados de água de enxurrada que não penetra no perfil de solo. Têm a finalidade de evitar a erosão em sulcos e formação de voçorocas, sendo úteis na condução da água descarregada por terraços. Não devem ser usados, entretanto, como canais de fluxo contínuo, onde a presença constante da água pode afetar o desenvolvimento da vegetação, provocando assim a instabilização do canal (Sobral Filho et al. 1980).

Quando não for possível aproveitar áreas vegetadas permanentes (capões, bosques etc.) como canais escoadouros, ao projetá-los e construí-los devem ser considerados:

- vazão a ser transportada;
- forma do canal;
- vegetação a ser usada;
- velocidade do projeto; e
- capacidade do canal.

4.2.4.1 Determinação da vazão de canais escoadouros

No dimensionamento de canais, diques e outras obras do terreno para controlar a enxurrada, são necessárias informações sobre a provável quantidade de água esperada. Se o objetivo é reter ou armazenar a água, pode ser suficiente conhecer o volume total de água esperada, porém o usual nos problemas conservacionistas é conduzir a água de um lugar para outro; neste caso, a intensidade de enxurrada é mais importante, particularmente a enxurrada máxima que pode ocorrer (Bertoni & Lombardi Neto 1985).

O processo mais simples para o cálculo de vazão máxima de enxurrada, denominado método racional, foi desenvolvido por Ramser (1927), citado por Bertoni & Lombardi Neto (1985), sendo ainda hoje universalmente utilizado.

A equação para o cálculo é:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

onde: Q = enxurrada em m³/s;

C = coeficiente de escoamento, ou seja, uma relação entre as quantidades de enxurrada e a quantidade de chuva;

I = intensidade máxima de chuva em mm/h;

A = área da bacia em hectares.

O coeficiente de escoamento para a equação de Ramser depende principalmente da declividade do terreno e da vegetação da área, de acordo com a Tabela 14.

TABELA 14. Coeficiente de enxurrada para diferentes condições de topografia e cobertura vegetal.

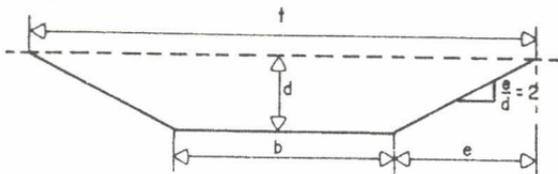
Classe de declividade	Coeficiente de enxurrada (C)
I - Ondulada (5 a 10% de declive)	
• com culturas anuais	0,60
• com pastagens	0,36
• com florestas	0,18
II - Fortemente ondulada e montanhosa (10 a 30% de declive)	
• com culturas anuais	0,72
• com pastagens	0,42
• com florestas	0,21

Fonte: Bertoni & Lombardi Neto (1985).

4.2.4.2 Secção transversal dos canais escoadouros

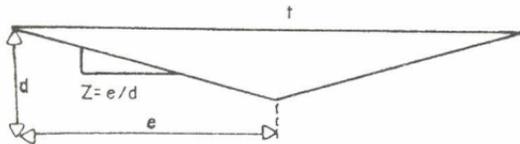
A forma de secção transversal dos canais escoadouros pode ser triangular, trapezoidal ou parabólica (Fig. 5). Os canais trapezoidais exigem menos escavações que os parabólicos, para uma mesma capacidade. Além disto, esta forma de secção causa menor contração de fluxo no canal, devendo por estas razões ser usada em condições de declive mais acentuado. A secção triangular é a que provoca maior concentração de fluxo, e por isto, é usada em declives mais amenos (Sobral Filho et al. 1980).

A vegetação usada no canal deve ser capaz de suportar as variações de temperatura do local, períodos longos de seca e não ser afetada por submersões periódicas. Deve ainda oferecer perfeita cobertura do terreno. Seu sistema radicular deve causar forte agregação do solo e ser capaz de dar firmeza às plantas para resistir ao arrasto da enxurrada. Várias espécies têm sido recomendadas para revestimento de canais escoadouros, tais como: grama-batatais (*Paspalum notatum*), capim-quicuío (*Pennisetum clandestinum*), capim-de-rhodes (*Chloris gayana*), kudzu tropical (*Pueraria* sp.), *B. humidicola* etc. (Sobral Filho et al. 1980). A EMBRATER (1977) sugere também o uso das seguintes plantas: grama-forquilha, jesuíta, pangolinha, pensacola, soja perene e centrosema. As seguintes plantas podem ser usadas, como interceptadoras: cana-de-açúcar, capim-guatemala, elefante e erva-cidreira. O revestimento vegetal deverá ultrapassar as bordas do canal em 1 m.



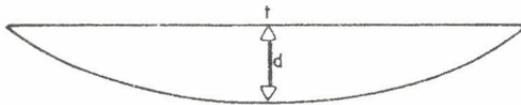
SECÇÃO TRANSVERSAL TRAPEZOIDAL

$$\begin{aligned} \text{ÁREA DA SECÇÃO TRANSVERSAL} &= b d + Z d^2 \\ \text{PERÍMETRO MOLHADO} &= b + 2d\sqrt{Z^2+1} \\ \text{RAIO HIDRÁULICO} &= \frac{b d + Z d^2}{b + 2d\sqrt{Z^2+1}} \end{aligned}$$



SECÇÃO TRANSVERSAL TRIANGULAR

$$\begin{aligned} \text{ÁREA DA SECÇÃO TRANSVERSAL} &= Z d^2 \\ \text{PERÍMETRO MOLHADO} &= 2d\sqrt{Z^2+1} \\ \text{RAIO HIDRÁULICO} &= \frac{Z d}{2\sqrt{Z^2+1}} \end{aligned}$$



SECÇÃO TRANSVERSAL PARABÓLICA

$$\begin{aligned} \text{ÁREA DA SECÇÃO TRANSVERSAL} &= 2/3 t d \\ \text{PERÍMETRO MOLHADO} &= t + 8d^2/3t \\ \text{RAIO HIDRÁULICO} &= \frac{t^2 d}{1.5t^2 + 4d^2} \end{aligned}$$

FIG. 5. Secções trapezoidal, triangular e parabólica de canais escoadouros.

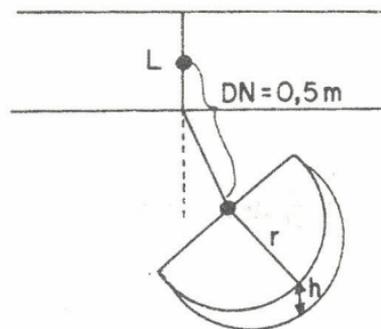
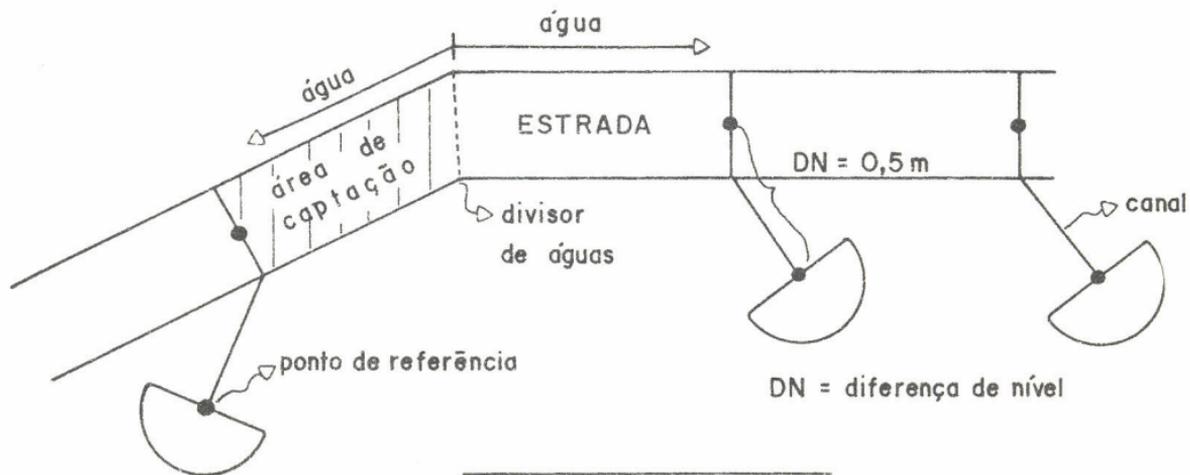
Fonte: Sobral Filho et al. (1980).

4.2.4.3 Velocidade da água no canal

A velocidade de enxurrada permissível é influenciada pelo tipo de vegetação usada, pelo declive e pela suscetibilidade do solo à erosão. Assim sendo, para as gramas são permitidas as maiores velocidades, e para os capins que formam touceiras, as menores. Para solos resistentes à erosão os canais plantados com gramas podem transportar enxurradas a velocidades de 2-2,5 m/s, enquanto que para os capins que formam touceiras esta não deve exceder a 1,2 m/s. Para solos facilmente erodíveis, a velocidade permissível deve ser de 1,3 a 2 m/s, dependendo da cobertura vegetal. Deve-se procurar evitar a utilização de capins que formam touceiras para revestimento de canais em solos altamente suscetíveis à erosão, principalmente quando o declive for superior a 5%. Entretanto, quando a vegetação do canal não está ainda completamente formada, a enxurrada não deve exceder 1,5 m/s. Nestas condições, o canal deve ser projetado para conduzir enxurrada à velocidade de 0,90 m/s, dependendo da resistência do solo à erosão e das características da vegetação. As dimensões do canal devem permitir que a vazão do projeto (Q) ocorra a velocidade inferior à velocidade da enxurrada projetada, obtida pela fórmula $Q = A \times V$, onde Q é a vazão, A é a área da secção do canal e V é a velocidade média, em m/s (Sobral Filho et al. 1980).

4.2.5 Bacias de retenção

A captação de águas pluviais das estradas é uma prática conservacionista que, além de preservar os recursos de solo e água, conserva o leito das estradas pela condução das enxurradas de chuva. Essa água é aproveitada com sucesso, se captada em bacias simples de retenção construídas próximas às estradas (Fig. 6). Esse armazenamento de água é de baixo custo, beneficia o lençol freático e pode servir como bebedouro para o gado (Acra 1984).



$$L = r$$

L = largura da estrada

r = raio do arco da bacia

$$h = 2 \text{ m}$$

FIG. 6. Bacias de retenção.
Fonte: Acra (1984).

O primeiro passo para a instalação de bacias de retenção é o levantamento topográfico, visando a estrada a partir do espigão ou divisor de águas. As bacias de retenção são localizadas em função do declive e da área de exposição ou captação de água da seção da estrada trabalhada.

A fórmula para o cálculo do volume da bacia de retenção é a seguinte:

$$V = \frac{\pi \cdot r^2}{2} \cdot h \quad (\pi = 3,1415)$$

Na construção de bacias de retenção são usados desde uma pá carregadeira até um trator com lâmina frontal. O rendimento do trabalho, logicamente, está em função da máquina (Acra 1984).

Um roteiro simplificado dos cálculos das dimensões, vazão e velocidade da enxurrada é encontrado no boletim "Normas técnicas. Conservação do solo. Região Centro-Oeste" da EMBRATER (1977).

A técnica de construção é simples. Feita a locação, a altura à qual a terra deverá ser elevada é marcada com cruzetas de bambu. A movimentação da terra é feita do ponto de referência para as bordas externas do arco, trabalhando a máquina perpendicular à parede do arco marcado. Na prática cava-se pouco mais de um metro de profundidade e levantando a terra escavada mais de um metro. A altura deve ser aumentada cerca de 20% para compensar o assentamento natural da terra ou promover compactação com o trator.

Em caso de grandes velocidades da água nos canais de escoamento com mais de 0,5% de declive e nos trechos de estrada com rampas muito longas, podem ser usados dissipadores de energia feitos de bambus, ou uma série de duas, três ou mais bacias (Acra 1984).

É aconselhável plantar grama-batatais, grama-seda ou até mesmo capim *Brachiaria* sp. sobre o arco que forma a bacia e, cercar este arco com arame farpado pelo menos até a instalação definitiva da vegetação.

4.3 Controle de voçorocas

A voçoroca se forma quando a enxurrada se concentra em depressões mal protegidas e a água escorre por longos períodos e em grande volume, adquirindo velocidade. À medida que esta ação progride, as grotas vão atingindo maior tamanho, chegando, às vezes, a ter vários quilômetros de comprimento, de 10 a 15 m de largura e 6 m ou mais de profundidade (Bertoni & Lombardi Neto 1985).

As voçorocas são classificadas pela sua profundidade e pela área de sua bacia. Segundo Ireland (1934), citado por Bertoni & Lombardi Neto (1985), as voçorocas são profundas quando têm mais de 5 m de profundidade; médias, quando têm de 1 a 5 m; e pequenas, com menos de 1 m. Pela área de bacia, elas são consideradas pequenas quando a área de drenagem é menor que 2 hectares; médias, quando de 2 a 20 hectares; e grandes, quando têm mais de 20 hectares. As áreas de risco ao desenvolvimento de voçorocas são agrupadas, de acordo com São Paulo (1989), como:

a) Áreas extremamente suscetíveis: caracterizam-se por relevos de transição, de colinas médias, morrotes e espigões alongados, com associações pedológicas em que predominam solos podzólicos de textura arenosa/média e média. As feições mais propícias ao desenvolvimento das voçorocas são:

- encostas com declives acentuados, nunca inferior a 10%;
- embaciamentos nas cabeceiras de drenagem, ou à meia encosta, preenchidos por sedimentos alúvio coluvionares cujos limites superiores constituem rupturas de declividade;
- solos podzólicos de textura arenosa/média e média, mais profundos, em relevos de colinas médias e/ou nas porções mais baixas das encostas.

Estas características favorecem a formação de voçorocas, afetando preferencialmente cabeceiras de cursos d'água, mas podem estender-se a jusante, reentalhando os leitos fluviais.

b) Áreas muito suscetíveis: restringem-se a relevos de colinas médias e amplas (em especial, na passagem entre esses dois tipos de relevo), cobertos por associações pedológicas em que predominam podzólicos de textura arenosa/média e média. As voçorocas que se desenvolvem nestas áreas são geralmente de maior porte, embora menos freqüentes que no caso anterior, também apresentando características de reentalhe de drenagem. Estas áreas diferem das áreas extremamente suscetíveis, pela maior suavidade do relevo e menor densidade da rede de drenagem.

c) Áreas suscetíveis: distribuem-se em relevos suaves, de colinas amplas com topos notavelmente aplainados e de grande extensão, em que predominam Latossolos de textura média e, em menor proporção, Areias Quartzosas. Em tais condições, de baixa declividade e solo altamente permeável, as voçorocas desenvolvem-se quase que exclusivamente por concentração de águas superficiais, principalmente induzidas por estradas (rodovias e ferrovias) e pelo lançamento de águas de drenagem urbana. Quando iniciadas, evoluem muito rapidamente, atingindo grandes dimensões, tanto em profundidade como em extensão.

d) Áreas pouco suscetíveis: distribuem-se em relevos diversos, todos eles caracteristicamente capeados por solos de textura argilosa. Podem ser, entretanto, bastante suscetíveis ao desenvolvimento de ravinas rasas formadas por escoamento concentrado.

e) Áreas não suscetíveis: são aquelas que, por suas características de solos rasos ou de relevo praticamente plano, não apresentam desenvolvimento de voçorocas.

Como medidas preventivas da erosão em voçorocas Sobral Filho et al. (1980) apresentam as seguintes:

a) evitar cortes do terreno em encostas íngremes. Se forem inevitáveis, proteger as áreas com muro de arrimo ou revestimento de pedra;

b) planejar estradas e vias de acesso, aproveitando as condições topográficas visando evitar concentração do escoamento superficial. Corrigir sulcos e desbarrancamento se houver. Local racionalmente e proteger com revestimento ou obstáculos, pontos, linhas ou depressões de escoamento;

c) não abrir valetas com declives excessivos que favoreçam o aumento na velocidade do escoamento;

d) manter vegetados valas e canais escoadouros naturais ou artificiais; e

e) evitar pisoteio excessivo e repetição freqüente do mesmo trajeto pelo gado no terreno.

Para Bertoni & Lombardi Neto (1985), no controle de voçorocas devem ser realizados: a) interceptação da enxurrada acima da área de voçorocas, com terraços de diversão; b) retenção da enxurrada na área de drenagem, por meio de práticas de cultivo, de vegetação e estruturas específicas; c) eliminação das grotas e voçorocas, com acertos do terreno executados com grandes equipamentos de movimentação de terra; d) revegetação de área; e) construção de estruturas para deter a

velocidade das águas ou até mesmo armazená-las; f) completa exclusão do gado; g) controle da sedimentação das grotas e voçorocas ativas.

O controle de voçorocas consiste em estabilizar a superfície das grotas por meio da vegetação. Qualquer voçoroca, sem considerar o seu tamanho ou condição, recuperará a cobertura vegetal natural se for protegida adequadamente e estiver numa área cuja vegetação cresça rapidamente (Bertoni & Lombardi Neto 1985).

A vegetação mais utilizada na proteção das voçorocas são as gramíneas e algumas leguminosas. Dentre elas, destacam-se a grama-bermuda e a leguminosa kudzu tropical, grama-estrela, grama-batatais, capim-gordura, bambus (São Paulo 1989), capim-pangola, quicuío, grama-seda e a soja perene (Galetti 1972).

Nas áreas com grotas onde a erosão é menos crítica, consegue-se um bom resultado, com menos gastos, cercando a área para evitar o pastoreio e o cultivo. A eliminação de grotas ou de áreas críticas com grotas, pelo acerto do terreno, pode ser feita de forma prática pelo preenchimento de valas e construção de canais escoadouros vegetados, com forma tal que mantenham a velocidade estável. Durante o processo de enchimento das valas, a terra deve ser compactada para oferecer melhor resistência à erosão (Bertoni & Lombardi Neto 1985).

Nem sempre é possível manter a enxurrada fora da voçoroca pelo desvio ou pela maior retenção da água, devendo o leito da voçoroca ser revestido com cobertura viva ou morta. Se isto não for suficiente, dadas as condições de clima, solo e topografia, outro recurso adicional para diminuir a velocidade das águas de escoamento, como a colocação transversal de uma série de obstáculos ou barragens de retenção (pedras, galhos ou mesmo mourões verticais e diques de concreto) distanciados convenientemente ao longo do leito, devem ser utilizados (Sobral Filho et al. 1980).

As voçorocas geralmente atingem o lençol freático, o que torna mais difícil o seu controle. As águas subterrâneas são apontadas como uma das principais causas do desenvolvimento lateral de uma voçoroca, pois intensificam os mecanismos de erosão.

O tratamento convencional neste caso é feito com a utilização de drenos enterrados, visando à captação das águas superficiais de maneira a evitar o arraste de solo pela erosão em pináculo (solapamento). Uma das técnicas mais comuns é o uso de drenos de bambus amarrados em feixes, assentados em valas escavadas paralelamente ao leito da voçoroca, envolvidos com brita, geotextil ou sacos de polietileno trançado. O fechamento da vala é feito com material impermeável, tais como sacos plásticos de adubo (São Paulo 1989).

4.4 Controle da erosão nas estradas

As estradas são as principais vias de comunicação da propriedade, ligando a sede e benfeitorias às rodovias públicas e ferrovias. É importante que toda propriedade tenha estradas e carregadores que permitam tráfego, durante todo ano. Em algumas propriedades, por ocasião das chuvas, as estradas tornam-se intransitáveis e o deslocamento dentro da mesma, impraticável, e isto pode se dar pela má localização, construção e conservação deficientes e falta de obras como pontes, bueiros etc.

Evidentemente não é possível colocar todas as estradas e carregadores nos espigões, não é possível que fiquem todos em nível, mas, sempre que as condições permitam, isto deve ser feito. Deve-se evitar ao máximo as baixadas, rampas compridas, grandes declives e locais onde não se possa controlar as águas. As rampas devem ser o mais suaves possível, evitando as maiores que 5% nos solos arenosos e 8% nos solos argilosos (Galetti 1972).

Os barrancos das estradas, caminhos, ou carreadores das propriedades devem ser devidamente protegidos contra erosão. Para evitar que a água da chuva acumulada corra para o leito da estrada, esta deve ser desviada para locais protegidos (bacias de retenção, por exemplo), para não haver formação de sulcos nas estradas e gargantas, bem como nas margens (Acra 1984). Os cortes dos barrancos devem ser vegetados, a fim de proteger esta superfície e também para impedir que a terra corra para a estrada. Aterros também devem ser vegetados (Corrêa 1959).

Para reduzir a erosão nas estradas devem ser evitados o empçamento, eliminados os "facões" de areia e o crescimento exagerado do mato. É importante que o leito seja abaulado, ou seja, caído para as margens evitando que as águas corram no centro da estrada (Galeti 1972). É importante ainda completar o nivelamento e os serviços de drenagem e compactação em todo o caminho recém-construído, antes que se iniciem as chuvas (Colégio de Postgraduados 1977). Sempre que possível, as estradas e carreadores devem ser locados, acompanhando os terraços (Embrater 1977).

4.5 Controle da erosão nas barrancas dos rios

São importantes os cuidados em barrancas de rios e riachos, nas propriedades que possuem cursos d'água. O descuido poderá acarretar perdas de áreas de bebedouros, perdas de animais, pontes e bombas d'água.

A erosão nas barrancas geralmente é combatida com vegetação natural. Em alguns casos, porém, é necessária a construção de paliçadas ou colocação de troncos e pedras, a fim de se evitar o solapamento, causado pela ação da velocidade da água (Corrêa 1959).

Bertoni & Lombardi (1985) citam a retificação do leito dos rios ou riachos, entretanto, é operação cara e só deve ser feita em situações especiais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Resumidamente, as práticas indicadas para a conservação do solo e da água nas áreas de pastagens, são:

- a) bom preparo do solo para o plantio, na formação e na manutenção da pastagem;
- b) calagem e adubação, de acordo com o resultado da análise do solo;
- c) utilização de práticas adequadas de controle da erosão, de acordo com a condição local;
- d) subdivisão das áreas em piquetes, para o rodízio dos animais. Esta prática, que pode até não apresentar diferenças quanto ao ganho de peso dos animais, em relação ao pastejo contínuo, é relevante em termos de conservação do solo;
- e) manter animais pastejando até o rebaixamento tolerado pela espécie gramínea ou leguminosa, dando a seguir um descanso para crescimento e restabelecimento destas;
- f) controlar ou evitar o uso freqüente do fogo. Quando houver sobra de capim, tentar utilizar como feno, ou então roçar. Usar fogo somente em último caso;
- g) lotar o pasto com carga-animal compatível com a capacidade de suporte da pastagem em função da espécie, fertilidade do solo, época do ano etc. Evitar o superpastejo, ou seja, a "rapa" do pasto;
- h) controlar ervas invasoras e pragas, por meio de "bateção", roçada, reforma periódica;
- i) promover a correta distribuição de cochos, bebedouros e árvores de sombra para evitar que o animal ande muito durante o dia;
- j) quando o bebedouro for um rio, acertar e cascalhar as margens e barrancas. Os bebedouros artificiais com água bombeada nas caixas colocadas em pontos altos, limpos e secos são os melhores;

- k) quando surgirem reboleiras, ou seja, manchas onde o capim ou a grama desaparecem, recuperar imediatamente, drenando o local (quando a causa for encharcamento) e depois gradear, adubar, corrigir a acidez e ressemeiar o local com capim. Cercar o local para que o capim se restabeleça;
- l) controlar a erosão nas trilhas do gado evitando que se transformem em voçorocas. Desviar os animais com cercas e obstáculos, aterrando os sulcos e ressemeando o local;
- m) escolher a espécie de forrageira mais adaptada, usar sementes de boa qualidade e usar taxa de semeadura ajustada de acordo com o valor cultural da semente.

Na relação de referências bibliográficas constam várias publicações sobre conservação de solos que são facilmente encontradas em bibliotecas técnicas (da EMBRAPA, EMPAER, UFMS etc.) e livrarias, e que são obrigatórias para os engenheiros agrônomos que se dedicam à conservação de solos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACRA, A.M. Captação e aproveitamento de águas pluviais das estradas. Campinas : CATI, 1984. 9p. (CATI. Impresso Especial).
- ADÂMOLI, J.; MACEDO, J.; AZEVEDO, L.G. de; MADEIRA NETTO, J. Caracterização da região dos Cerrados. In: GOEDERT, W.J. Solos do Cerrado. Tecnologias e estratégias de manejo. São Paulo : Nobel/Brasília, DF : EMBRAPA-CPAC, 1986. p.33-74.

- ALBA, J. **Alimentación del ganado em la América Latina.** México, DF : Prensa Médica Mexicana, 1958. p.112-114.
- 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.
- ÁRIAS, P.J. Prós e contras da queima de pastos. **FIR**, v.5, n.12, p.47-55, 1963.
- BARUQUI, A.M. Conservação do solo. **Informe Agropecuário**, EPAMIG, v.7, n.80, p.26-39, 1981.
- BARUQUI, A.M.; FERNANDES, M.R. Práticas de conservação do solo. **Informe Agropecuário**, EPAMIG, v.11, n.128, p.55-69, 1985.
- BARUQUI, F.M.; RESENDE, M.; FIGUEIREDO, M.de S. Causas da degradação e possibilidades de recuperação das pastagens em Minas (Zona da Mata). **Informe Agropecuário**, EPAMIG, v.11, n.128, p.27-37, 1985.
- BERTONI, J. Conservação do solo em pastagens. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9., 1965, São Paulo. **Anais...** São Paulo : Departamento de Produção Animal da Secretaria da Agricultura, 1966. p.583-586.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** Piracicaba : Livroceres, 1985. 392p.
- BERTONI; J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** São Paulo : Ícone, 1990. 355p.