03722
CPAC
1981

FL-03722

Circular Técnica

Número 6

OUTUBRO, 1981

PARÂMETROS CONSERVACIONSITAS DOS SOLOS SOB VEGETAÇÃO DE CERRADOS

EMBRAPA

\GROPECUÁRIA DOS CERRADOS

Parâmetros conservacionistas
1981 FL-03722

29756-1

CIRCULAR TÉCNICA Nº 6 OUTUBRO, 1981

PARÂMETROS CONSERVACIONISTAS DOS SOLOS SOB VEGETAÇÃO DE CERRADOS

Dimas V. S. Resck – Engº Agrº M. Sc.

EMBRAPA
CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS
Planaltina – DF

Exemplares deste documento devem ser solicitados ao:
CPAC
BR 020, Km 18 - Rodovia Brasília-Fortaleza
Caixa Postal 70-0023
73.300 - Planaltina - DF

Resck, Dimas V. S.
Parâmetros conservacionistas dos solos sob vegetação de Cerrados. Brasília. EMBRAPA-CPAC, 1981.
32 p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 6).
1. Solos-Conservação-Brasil-Cerrados. I. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina, DF. II. Título. III. Série.

CDD 6314509155

©EMBRAPA, 1981

SUMÁRIO

Introdução 5
Clima 5
3. Classes de solos 8
3.1. Parâmetros químicos 9
3.2. Parâmetros físicos 9
3.3. Matéria orgânica 14
4. Abertura dos Cerrados 15
4.1. Tipos de implementos 15
4.2. Marcação e construção de terraços 15
4.3. Tabelas de espaçamento 15
5. Manejo do solo e da cultura 17
5.1. Sistemas de preparo 17
5.2. Efeitos de cobertura nas perdas de solo e água 17
5.3. Efeitos da incorporação de restos culturais e adubo verde nas propriedades físicas do solo 23
6. Referências bibliográficas 31

PARÂMETROS CONSERVACIONISTAS DOS SOLOS SOB VEGETAÇÃO DE CERRADOS[1]

Dimas V. S. Resck[2]

1. INTRODUÇÃO

A região dos Cerrados é um complexo em que interagem solo, chuva e vegetação, formando os mais diversos ecossistemas. É uma vasta região do País, com aproximadamente 180 milhões de hectares, dos quais 134 milhões ocorrem na região central, abrangendo os Estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais. Trinta por cento dos Cerrados estão em Goiás, cobrindo 88% do seu território (EMBRAPA, 1976).

Com a expansão de novas fronteiras agrícolas, os Cerrados foram rapidamente incorporados ao processo produtivo do País. Conseqüentemente, graves problemas de erosão e de queda de produtividade foram ocorrendo.

A crença de que na região existem solos com problemas químicos, mas com ótimas propriedades físicas, está caindo por terra, pois têm-se constatado também algumas características físicas que, por causa de manejo inadequado, podem fazer de um empreendimento agrícola uma atividade de alto risco.

2. CLIMA

Na região dos Cerrados chove anualmente 1.500 mm, concentrados nos meses de outubro a maio (Figura 1).

Freqüentemente ocorrem chuvas com curta duração, alta intensidade e grande poder erosivo, capazes de desagregar o solo. Um parâmetro usado para medir a erosividade da chuva é o EI_{30} (Wischmeier, 1959), que significa: o produto da energia (E) da chuva pela sua intensidade máxima (I) em trinta minutos. Assim, quanto maior for o índice erosivo de uma região, maior será a capacidade da chuva para causar erosão em solo desnudo. A curva de distribuição do EI_{30} no Distrito Federal é apresentada na Figura 2.

[1] Palestra proferida no I Encontro Estadual de Manejo e Conservação do Solo, em Rio Verde, Goiás, 24/04/81.

[2] Pesquisador em Manejo e Conservação do Solo da EMBRAPA-CPAC.

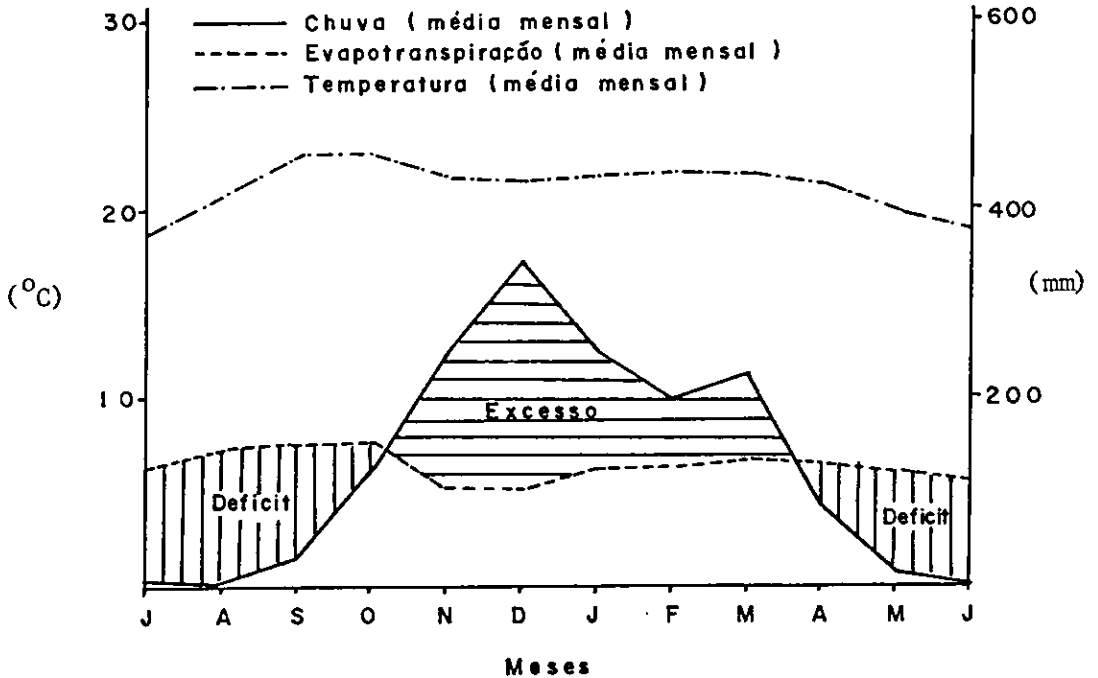

FIG. 1. Balanço hídrico e temperatura média mensal de 35 anos de observações, em Formosa-GO, calculados segundo Hargreaves. Fonte: EMBRAPA (1976).

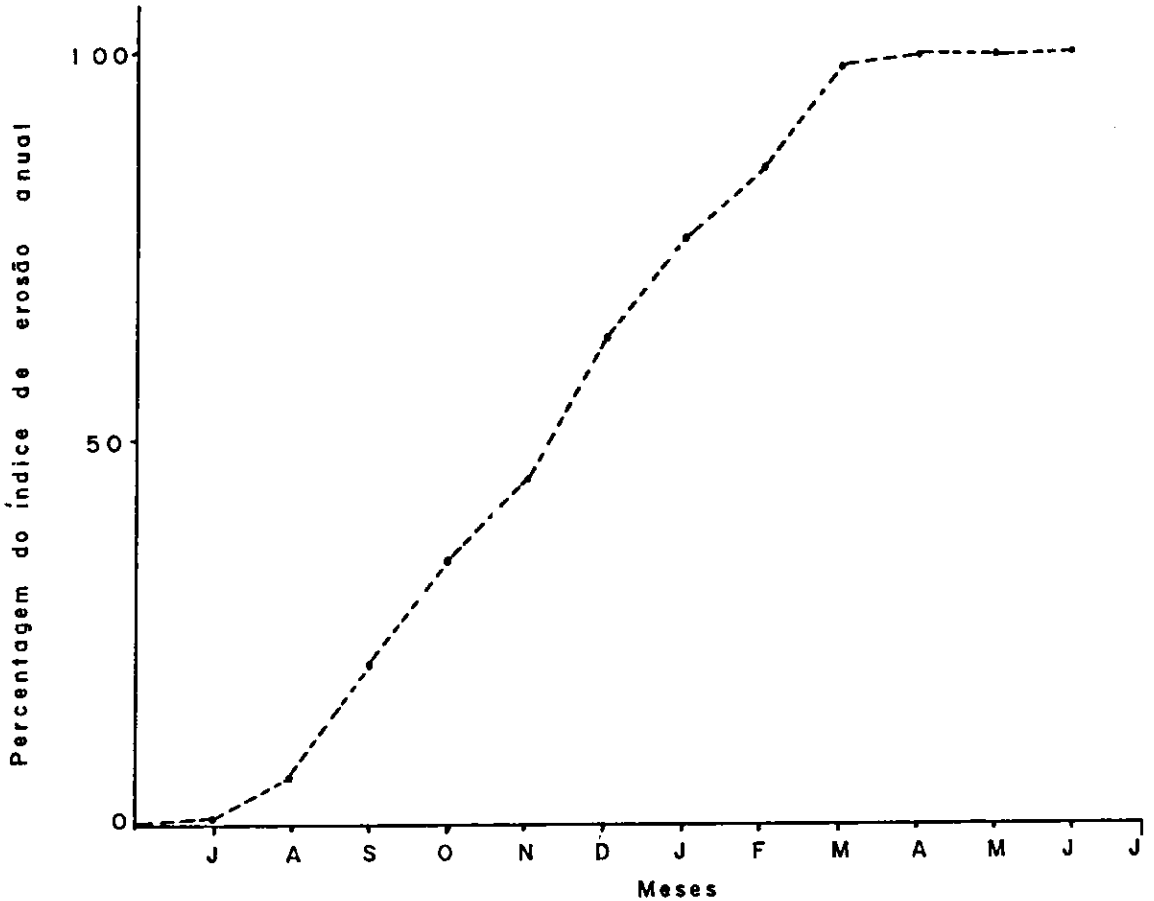

FIG. 2. Distribuição anual do índice de erosão acumulado. UEPAE/BRASÍLIA, 1970/76.
Fonte: EMBRAPA (1976).

Os meses com maiores índices de erosão são, por ordem decrescente, janeiro, outubro, novembro, fevereiro e abril. O índice anual desta região é de 887, superior ao encontrado na região de Campinas, baseado em 21 anos de dados pluviográficos, que é de 686. Comumente, na região dos Cerrados, os meses de outubro e novembro coincidem com a época em que o solo está descoberto em preparação para semeadura.

Assim, têm-se ótimas condições para que ocorra a erosão. O ideal seria revolver ao mínimo o solo ou fazer as operações normais de preparo em nível, seguindo as niveladas dos terraços que já deverão estar instaladas.

No mês de abril, também com alto índice erosivo de chuva, coincidem as colheitas da maioria das culturas. Desejável seria que se conservassem os restos culturais, incorporando-os ou deixando-os sobre o solo, mas sempre evitando queimá-los.

3. CLASSES DE SOLOS

A região dos Cerrados apresenta grande variação nas características físicas e morfológicas, como também nos fatores de formação, tais como material de origem, clima, relevo e tempo. Os latossolos e as areias quartzosas destacam-se como os mais importantes solos na região (Tabela 1).

TABELA 1. Distribuição aproximada das maiores unidades de solo da área contínua dos Cerrados e nomenclaturas dos sistemas de classificação dos E.U.A. e do Brasil.

Sistema brasileiro	Taxonomia (EUA)	Área total (milhões de ha)	Cerrado (%)
Latossolo Vermelho-Amarelo (LV)	Acrustox	69,7	41
Latossolo Vermelho-Escuro (LE)	Haplustox	17,9	11
Latossolo Roxo (LR)	Haplustox	6,9	4
		94,5	56
Areias Quartzosas (AQ)	Psamments	34,3	20
Laterita Hidromórfica (LH)	Plinthaquults	17,0	10
Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico (PD)	Ustults	2,1	1
Podzólico Vermelho-Amarelo equiv. Eutrófico (PE)	Ustalfs	7,0	4
Litossolos (R)	Lithic	15,1	9
		65,5	44
Total		160,0	100

Fonte: EMBRAPA (1976).

3.1. Parâmetros químicos

Os solos da região são, em sua maioria, muito pobres em bases, ácidos e ricos em alumínio.Possuem baixa capacidade de troca catiônica (CTC), pois são constituídos de argilas de baixa atividade.

Na Tabela 2 são apresentadas algumas características físicas e químicas das duas classes de solos mais representativas dos Cerrados.

TABELA 2. Algumas características físicas e químicas do perfil de um Latossolo Vermelh-Escuro e um Latossolo Vermelho-Amarelo, na área do CPAC.

Perfil	Camada (cm)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	pH em água	Cátions trocáveis meq 100 g			Saturação Al (%)
						Al	Ca+Mg	K	
LE	0 – 10	36	19	45	4,9	1,9	0,4	0,10	79
	10 – 35	33	19	48	4,8	2,0	0,2	0,05	89
	35 – 70	35	18	47	4,9	1,6	0,2	0,03	88
	70 – 150	35	18	47	5,0	1,5	0,2	0,01	88
LV	0 – 20	60	09	31	5,0	0,4	0,05	0,06	77
	20 – 40	54	12	34	4,9	0,07	0,03	0,03	50
	100 – 120	55	16	29	5,6	0,01	0,03	0,01	07

Fonte: EMBRAPA (1976).

Trata-se de solos pobres em bases e com alta saturação de alumínio em todo o perfil, como é o caso do Latossolo Vermelho-Escuro. Isto não é regra geral. A mesma situação pode também se repetir no Latossolo Vermelho-Amarelo de outras regiões. Uma alta saturação de alumínio, quando não devidamente corrigida, impede que haja bom desenvolvimento das raízes, portanto, boa cobertura do solo pela cultura. Isto, certamente, irá agravar o problema da região.

Esses solos exigem altas doses de corretivos (fósforo e calagem), além de adubação de manutenção. Requerem um investimento muito alto, para ser perdido com manejo incorreto do solo.

São apresentados a seguir três perfis, analisados química e fisicamente pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo (1978) no DF: dos Latossolo Vermelho-Escuro, Latossolo Vermelho-Amarelo e Areias Quartzosas, para que se tenha uma noção da sua composição (Tabelas 3, 4 e 5).

3.2. Parâmetros físicos

Os solos da região dos Cerrados variam grandemente na sua composição textural. Mendes (1972), analisando 1.200 amostras desses solos, verificou que 88% delas compreendem 4 grupos texturais: franco-arenoso, argiloso, franco-argiloso-arenoso e franco-argiloso. Como se vê, são de textura média e, segundo o SNLCS, possuem de 15 a 33% de argila (Tabela 6).

TABELA 3. Análises físicas e químicas de Latossolo Vermelho-Escuro (LE).

Horizonte		Frações da amostra total %			Composição granulométrica da terra fina (dispersão com NaOH) %				Argila dispersa em água %	Grau de floculação %	% Silte / % Argila
Símbolo	Profundidade cm	Calhaus > 20mm	Cascalho 20-2mm	Terra fina < 2mm	Areia grossa 2-0,20mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
Ap	0 – 10	0	1	99	15	21	19	45	14	69	0,42
A3	– 35	0	1	99	14	19	19	48	6	87	0,39
B1	– 70	0	1	99	15	20	18	47	1	98	0,38
B21	– 150	0	1	99	14	21	18	47	0	100	0,38
B22	– 260+	0	1	99	16	23	19	42	0	100	0,45

pH (I:2.5)		Complexo sortivo mE/100 g							Valor V (sat. de bases) %	$\frac{100Al^{+++}}{Al^{+++} tS}$	Fósforo Assimilável ppm
Água	KCl IN	$Ca^{++} + Mg^{++}$	K^+	Na^+	Valor S (soma)	Al^{+++}	H^+	Valor T (soma)			
4,9	4,2	0,4	0,10	0,02	0,5	1,9	7,8	10,2	5	79	2
4,8	4,3	0,2	0,05	0,03	0,3	2,0	5,8	8,1	4	87	1
4,9	4,2	0,2	0,03	0,03	0,3	1,6	5,2	7,1	4	84	x
5,0	4,2	0,2	0,01	0,01	0,2	1,5	4,4	6,1	3	88	x
4,6	4,4	0,2	0,02	0,02	0,2	0,7	2,7	3,6	6	78	x

C (orgânico) %	N %	$\frac{C}{N}$	Ataque por H_2SO_4 (d= 1,47) e Na_2CO_3 (5%)					$\frac{Si\,O_2}{Al_2\,O_3}$ (Ki)	$\frac{Si\,O_2}{R_2\,O_3}$ (Kr)	$\frac{Al_2\,O_3}{Fe_2O_3}$	Equivalente de umidade %
			$Si\,O_2$	Al_2O_3	Fe_2O_3	$Ti\,O_2$	P_2O_5				
1,76	0,21	8	14,2	15,7	7,4	0,38		1,54	1,19	3,35	22
1,16	0,08	15	14,7	16,5	7,8	0,32		1,51	1,16	3,31	23
0,91	0,05	18	15,1	16,6	7,5	0,38		1,55	1,20	3,47	23
0,73	0,05	15	15,3	17,7	7,6	0,35		1,47	1,15	3,63	22
0,32	0,03	11	14,4	16,2	7,5	0,31		1,51	1,17	3,38	20

Perfil: DF 31 (Perfil 1 do Bol. Téc. nº 8).
Fonte: EMBRAPA (1978).

TABELA 37

TABELA 4. Análises físicas e químicas de Latossolo Vermelho-Amarelo.

Horizonte		Frações da amostra total %			Composição granulométrica da terra fina (dispersão com Na OH) %				Argila dispersa em água %	Grau de floculação %	% Silte / % Argila
Símbolo	Profundidade cm	Calhaus > 20mm	Cascalho 20,2 mm	Terra fina < 2mm	Areia grossa 2-0,20mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002 mm			
A1	0 – 15	0	0	100	1	1	10	88	37	58	0,11
A3	– 35	0	0	100	1	1	8	90	4	96	0,09
B1	– 50	0	0	100	1	1	10	88	0	100	0,11
B21	– 120	0	0	100	1	1	6	92	0	100	0,07
B22	– 240	0	0	100	1	1	8	90	0	100	0,09
B23	– 300+	0	0	100	1	1	8	90	0	100	0,09

pH (1:2,5)		Complexo sortivo mE / 100 g							Valor V (sat. de bases) %	$\frac{100 Al^{+++}}{Al^{+++} tS}$	Fosforo Assimilável ppm
Água	KCl IN	$Ca^{++} + Mg^{++}$	K^{+}	Na^{+}	Valor S (soma)	Al^{+++}	H^{+}	Valor T (soma)			
5,1	4,1	0,4	0,10	0,01	0,5	1,1	8,4	10,0	5	69	1
5,3	4,3	0,2	0,06	x	0,3	0,5	5,3	6,1	5	63	1
5,5	4,8	0,2	0,02	x	0,2	0,1	3,8	4,1	5	33	1
5,6	5,2	0,2	0,01	x	0,2	0	2,6	2,8	7	0	1
5,7	5,6	0,2	0,01	x	0,2	0	2,0	2,2	9	0	1
5,8	5,8	0,1	0,01	x	0,1	0	1,6	1,7	6	0	1

C (orgânico) %	N %	$\frac{C}{N}$	Ataque por H_2SO_4 (d= 1,47) e Na_2CO_3 (5%)					$\frac{Si O_2}{Al_2O_3}$ (ki)	$\frac{Si O_2}{R_2O_3}$ (Kr)	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$	Equivalente de umidade %
			$Si O_2$	Al_2O_3	Fe_2O_3	$Ti O_2$	P_2O_5				
2,53	0,15	17	22,5	40,5	6,1	0,73		0,94	0,86	10,42	31
1,84	0,07	26	22,7	41,2	7,0	0,76		0,94	0,84	9,22	31
1,23	0,05	25	22,5	42,1	6,7	0,83		0,91	0,82	9,85	30
0,88	0,05	18	22,4	42,7	6,9	0,88		0,89	0,81	9,71	30
0,69	0,04	17	21,8	43,3	7,2	0,88		0,86	0,77	9,43	31
0,53	0,03	18	21,0	43,0	7,2	0,89		0,83	0,75	9,37	31

Perfil: DF 41 (Perfil 1 do CPAC).
Fonte: EMBRAPA (1978).

TABELA 5. Análises físicas e químicas de Areia Quartzosa.

Horizonte		Frações da amostra total %			Composição granulométrica da terra fina (dispersão com Na OH) %				Argila dispersa em água	Grau de floculação	% Silte / % Argila
Símbolo	Profundidade cm	Calhaus > 20mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina <2 mm	Areia grossa 2-0,20mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila <0,002	%	%	
A1	0-12	0	0	100	55	32	5	8	1	88	0,63
AC	-40	0	1	99	54	34	5	7	2	71	0,71
C1	-65	0	1	99	53	34	5	8	2	75	0,63
C2	-105	0	1	99	50	36	5	9	4	56	0,56
C3	-155	0	1	99	49	36	7	8	4	50	0,88
C4cn	-180+	13	42	45	40	44	9	7	3	57	1,29

pH (1:2,5)		Complexo sortivo mE / 100 g							Valor V (sat. de	100Al+++	Fósforo Assimilável
Água	KCl 1N	Ca++ Mg++	K+	Na+	Valor S (Soma)	Al+++	H+	Valor T (Soma)	%	Al+++ S	ppm
5,0	4,0	0,2	0,04	0,03	0,3	1,0	5,0	6,3	5	77	4
4,8	4,2	0,2	0,01	0,02	0,2	1,6	3,5	4,3	5	75	1
5,0	4,3	0,2	0,01	0,03	0,2	0,4	2,9	3,5	6	67	1
5,3	4,5	0,2	0,01	0,03	0,2	0,2	3,7	4,1	5	50	1
5,4	4,6	0,2	0,01	0,03	0,2	0,2	2,1	2,5	8	50	2
5,6	4,8	0,2	0,01	0,02	0,2	0	1,4	1,6	13	0	1

C (orgânico) %	N %	C/N	Ataque por H_2SO_4 (d = 1,47) e Na_2CO^3 (5%)					SiO_2 / Al_2O_3 (Id)	SiO_2 / R_2O_3 (kr)	Al_2O_3 / Fe_2O_3	Equivalente de umidade %
			SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	P_2O_5				
1,20	0,08	15	1,2	3,7	2,0	0,16		0,56	0,41	2,77	7
0,79	0,05	16	1,0	3,9	1,4	0,18		0,45	0,36	4,22	6
0,45	0,03	15	1,1	4,2	2,0	0,16		0,44	0,33	3,15	6
0,33	0,03	11	0,9	4,1	1,8	0,15		0,38	0,29	3,64	5
0,21	0,02	11	1,2	4,6	2,0	0,16		0,44	0,34	3,46	5
0,08	0,01	8	1,5	3,7	2,1	0,09		0,69	0,51	2,77	5

Perfil: DF 35 (Perfil 8 do Bol. Téc. nº 8).
Fonte: EMBRAPA (1978).

TABELA 6. Composição textural dos solos sob vegetação de Cerrados.

Classificação textural	Distribuição	
	numérica	percentual
Franco-arenoso	380	31,68
Argiloso	310	25,88
Franco-argiloso-arenoso	193	16,05
Franco-argiloso	173	14,39
Franco	55	4,55
Argilo-arenoso	46	3,83
Areia fina	31	2,59
Franco-siltoso	12	1,03
Totais	1.200	100,00

Fonte: Mendes (1972).

As partículas texturais dos solos dividem-se em várias classes de tamanho, tendo como base seus diâmetros equivalentes. A Sociedade Brasileira de Ciência do Solo trabalha com os seguintes limites:

Cascalho	Areia					Silte	Argila
	muito grossa	grossa	média	fina	muito fina		
2		1	0,5	0,25	0,1	0,05	0,002(mm)

Como as partículas texturais de um solo se classificam em grupos, tendo como base o seu diâmetro efetivo, é de interesse conhecer a superfície desses grupos.

A extensão superficial de um sistema disperso expressa-se em termos de superfície específica, que é o número de cm^2 ou m^2 de superfície por grama ou por centímetro cúbico da fase dispersa.

A superfície específica varia com o tamanho das partículas, com o tipo de minerais de argila e com o teor de matéria orgânica dos solos.

Os cálculos da Tabela 7 mostram como uma pequena quantidade de solo, no caso 0,53 cm^3, aproximadamente ($\frac{\pi}{6}$ cm^3), pode apresentar uma área superficial extraordinariamente grande, se é atingido um alto grau de subdivisão. Várias conseqüências interessantes advêm desses fatos. Por exemplo, um peso ou volume de argila de 2μ tem 50 vezes mais área superficial do que a mesma quantidade de areia muito fina e 10 vezes mais do que o mesmo peso de silte.

TABELA 7. Relação de superfície e tamanho de partícula.

Diâmetro de esfera	Nome textural	Superfície específica (cm^2/cm^3)
1,0 mm	Areia grossa	31,42
0,5 mm	Areia média	62,83
0,1 mm	Areia muito fina	314,16
0,05 mm	Silte	628,32
0,002mm	Argila	15.708,00
0,0002mm	Argila coloidal	157.080,00

Fonte: Soil Physics – Baver et alii (1972).

Essas grandes diferenças entre a quantidade de superfície por unidade de massa nos solos argilosos e arenosos permitem uma clara compreensão das diferenças no seu comportamento físico. Os fenômenos físico-químicos, que ocorrem no solo, na sua maioria, são de superfície. As argilas, sendo as menores partículas do solo em estado coloidal, apresentam, assim, papel de máxima importância.

Pode-se, portanto, admitir que, quanto maior o teor de argila no solo, tratando-se de um mesmo tipo de argila, maior a área específica do solo e maior a intensidade de fenômenos, como retenção de água, capacidade de troca, resistência à erosão e fixação de fósforo.

Os tipos de argila, como se pode ver na Tabela 8, têm enorme influência sobre a área específica e, daí, sobre as propriedades que com ela se correlacionam. As argilas dos latossolos são as que têm a menor área específica (caulinita e sesquióxidos), pois, segundo Moura Filho e Buol (1972), os latossolos têm, na sua fração argila, principalmente caulinita, gibsita, materiais amorfos, óxidos de ferro livre e quartzo. Weaver (1974) observou a presença de hematita e goetita nos Latossolos Vermelho-Escuros e apenas goetita nos Latossolos Vermelho-Amarelos, dando as cores vermelha e amarela, respectivamente.

TABELA 8. Superfície específica dos principais componentes da fração argila do solo.

Constituintes da fração argila do solo	Superfície específica m^2/g	CTC eq. mg/100 g
Gibsita	1 – 2,5	–
Caulinita	10 – 30	10 – 20
Óxidos de ferro	100 – 400	1 – 5
Goethita	30	–
Vermiculita	300 – 500	150
Montmorilonita	700 – 800	100
Matéria orgânica	700 (aparente)	280

Fonte: Elementos de Pedologia, Moniz (1975).

3.3. Matéria orgânica

A matéria orgânica, devido ao seu elevado grau de subdivisão, possui uma alta CTC (Capacidade de Troca Catiônica) e desempenha um papel preponderante na retenção de água, na estabilidade dos agregados e no fornecimento de elementos nutritivos para as plantas.

Segundo Mendes (1972), os solos sob vegetação de Cerrados apresentam a seguinte distribuição percentual de matéria orgânica (Tabela 9).

TABELA 9. Distribuição percentual da matéria orgânica em solos sob vegetação de Cerrados.

Matéria orgânica (%)	Distribuição	
	numérica	percentual
De 0,00 – 0,60	13	1,2
De 0,61 – 1,20	32	2,7
De 1,21 – 1,80	227	18,5
De 1,81 – 2,60	695	58,1
> 2,60	233	19,5
Totais	1.200	100,0

Fonte: Mendes (1972).

Observe-se que 58,1% das amostras analisadas estão entre 1,81 e 2,60% de M.O., o que corresponde a uma faixa de solos regularmente providos de húmus.

A matéria orgânica, embora ocorra em proporções relativamente pequenas, na maioria dos solos, contribui significativamente no valor de sua superfície, melhorando a capacidade de troca catiônica (CTC) e a estabilidade dos agregados.

4. ABERTURA DO CERRADO

Um dos pontos que deve ser enfatizado junto ao produtor é a concentração dos recursos na área que puder explorar racionalmente. Não se deve abrir toda a área para depois ir utilizando-a aos poucos. Pois, neste caso toda a área ficará sujeita a grandes problemas de erosão.

4.1. Tipos de implementos

O desmatamento poderá ser feito com lâmina ou correntão. Dá-se preferência a este último método por ser três a quatro vezes mais rápido do que a lâmina e por arrancar praticamente toda a vegetação (arrancar e não arrastar) pela raiz, facilitando bastante o preparo do solo. O desmatamento deverá ser feito, preferencialmente, no final do período chuvoso. O enleiramento, em nível ou, pelo menos, cortando as águas, deverá ser feito com o ancinho frontal, que tem a vantagem de não arrastar toda a matéria orgânica do solo para as leiras que, posteriormente, irão ser queimadas.

4.2. Marcação e construção de terraços

Sempre que houver condições, o enleiramento deverá ser feito pas niveladas básicas e o espaçamento entre as leiras poderá ser duas a três vezes o espaçamento horizontal encontrado na Tabela 10, após ser identificada a classe textural do solo e o seu grau de declive.

Em terrenos com até 6% de declive, os terraços poderão ser de base larga, que têm a vantagem de permitir a utilização de toda a área.

Salvas raras exceções, os terraços deverão ser em nível para proporcionar maior armazenamento de água no solo, beneficiando as glebas imediatamente inferiores aos terraços, graças ao deslocamento subsuperficial da água.

4.3. Tabelas de espaçamento

Existem no País várias tabelas largamente utilizadas, mas elas trazem pequenos espaçamentos entre terraços, por causa das características dos solos onde foram desenvolvidas. Devido à grande porosidade dos latossolos da região dos Cerrados, responsável pela alta velocidade de infiltração de água, e a sua topografia suavemente ondulada com rampas uniformes, tentou-se fazer uma tabela baseada somente nos dados de que se dispõem sobre esses solos, aliados ao bom senso e à viabilidade econômica para o agricultor, ao optar por terracear sua área.

Observe-se que a Tabela 10 com gradiente fornece espaçamentos mais compatíveis com a realidade do agricultor. Veja-se, por exemplo, que, em terreno com 5% de declividade, o espaçamento entre terraços será de 33 metros para terra argilosa, o que é razoável. No entanto, se observarmos a Tabela 11, para terraços nivelados no mesmo declive de 5%, o espaçamento será de 24 metros. Isto será muito oneroso para o agricultor e pouco prático. Se optarmos por um terraço de base larga, de 6 metros ou mais, o espaçamento entre terraços será no máximo de 18 metros, o que é pouco.

TABELA 10. Espaçamentos para culturas permanentes e anuais com gradiente.

Declividade %	Terra arenosa < 15% r*		Terra franco-arenosa 15-35% r		Terra argilosa > 35% r	
	E.H.**	E.V.***	E.H.	E.V.	E.H.	E.V.
	m					
1	73	0,73	76	0,76	81	0,81
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

* r = argila

** EH (Espaçamento Horizontal) = $\frac{EV \times 100}{D}$

***EV (Espaçamento Vertical) = $\frac{(2 + D\%)}{X} 0{,}305$

Onde: D = Declividade

Valores de X = Terra argilosa 1,5
Terra franco-arenosa 2,0
Terra arenosa 2,5

Observação: Esta tabela deverá ser usada sem gradiente, com terraços nivelados.

TABELA 11. Espaçamentos nivelados para culturas permanentes e anuais.

Declividade (%)	Terra arenosa < 15% r *		Terra franco-arenosa 15-35% r		Terra argilosa > 35% r	
	E.H.	E.V.	E.H.	E.V.	E.H.	E.V.
	m					
1	70	0,69	71	0,71	73	0,73
2	39	0,78	41	0,81	43	0,85
3	29	0,87	31	0,92	33	0,98
4	24	0,96	25	1,02	27	1,10
5	21	1,05	22	1,12	24	1,22
6	19	1,13	20	1,22	22	1,34
7	17	1,22	19	1,32	21	1,46
8	16	1,31	18	1,42	20	1,59
9	15	1,39	17	1,53	19	1,71
10	14	1,48	16	1,63	18	1,83

* r = argila

Quanto a adoção de uma mesma tabela para culturas permanentes e anuais, indiscriminadamente, justifica-se pelo fato de que devemos proteger o solo em primeiro lugar. E, de um modo geral, a proteção de uma cultura permanente não é boa, muito menos a de uma cultura anual. Assim, fazemos terraços com espaçamentos mais realistas (em confecção e custos) e salientamos para o agricultor que o importante é o manejo que ele dá ao solo entre os terraços e aos restos culturais, incorporando-os, por exemplo, ao invés de queimá-los.

Sugerimos então que seja usada a Tabela 10, com a ressalva de que deverá ser sem gradiente.

5. MANEJO DO SOLO E DA CULTURA

É o fator de maior importância na conservação dos solos da região. Com um bom manejo, está garantida boa produtividade, mesmo em condições adversas (veranico, por exemplo), graças à melhoria das propriedades físicas e químicas do solo. O contrário ocorrerá, se não forem observadas as regras básicas de um bom manejo desde a abertura dos Cerrados até a colheita. Deve-se salientar sempre que o importante é conservar e, se possível, aumentar o teor da matéria orgânica em estado dinâmico, para que nos traga realmente benefícios.

5.1. Sistemas de preparo

Uma vasta literatura demonstra que o não revolvimento do solo ou o revolvimento mínimo (preparo mínimo) reduz as perdas de solo e de água, como também dos nutrientes (Figuras 3 e 4).

Com relação à subsolagem, há casos em que é necessária, como no do Latossolo Roxo, em que se forma uma camada subsuperficial endurecida, provocada pela eluviação da argila do horizonte A para o horizonte B do solo. No entanto, na grande maioria das vezes, esta operação torna-se inteiramente dispensável, pois são solos muito porosos (70% de porosidade total) e com alto percentual de macroporos (30-35%). Nestes casos, um certo grau de compactação seria até desejável, por causa da sua baixa capacidade de retenção de água e alta velocidade de infiltração, de 17 a 22 cm/h. O mais necessário é proteger a superfície do solo contra o impacto das gotas de chuva, por meio da incorporação dos restos culturais, que vão promover a melhor agregação do solo e aumentar a infiltração, pelo plantio direto (Figura 5) ou pelo uso de adequados implementos agrícolas.

5.2. Efeitos de cobertura nas perdas de solo e água

Há culturas que protegem melhor o solo do que outras pela sua arquitetura, densidade e espaçamento de plantio, etc. Também nos diferentes estádios do seu ciclo, a cultura promove boa proteção ao solo. Assim, nas Tabelas 12 e 13 pode-se ver que no primeiro estádio da cultura da soja convencional, da germinação aos 30 dias, ocorreram as maiores perdas de solo e de água, em todo o ciclo da planta. O mesmo ocorre com o trigo, o milho e o algodão convencional.

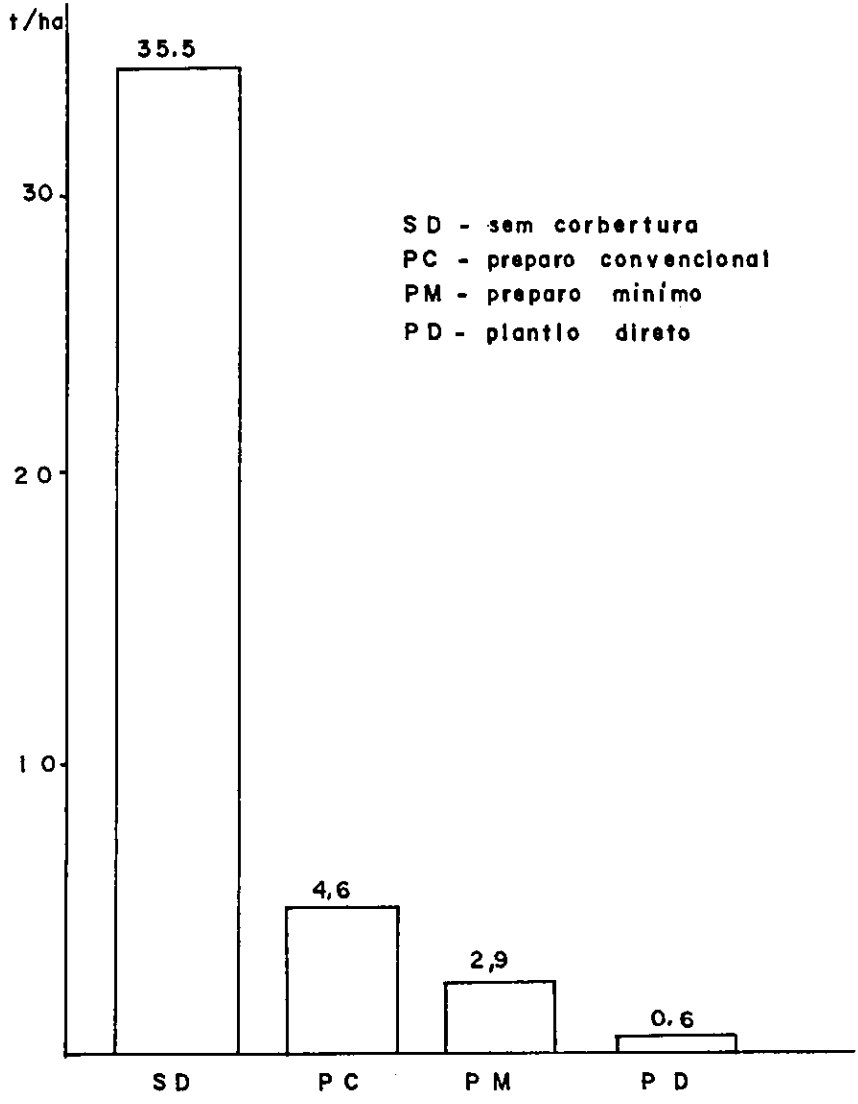

FIG. 3 Perdas de solo em diferentes tipos de preparo trigo-soja, 1977 – UEPAE de Ponta Grossa. Fonte: BISCAIA (1978)

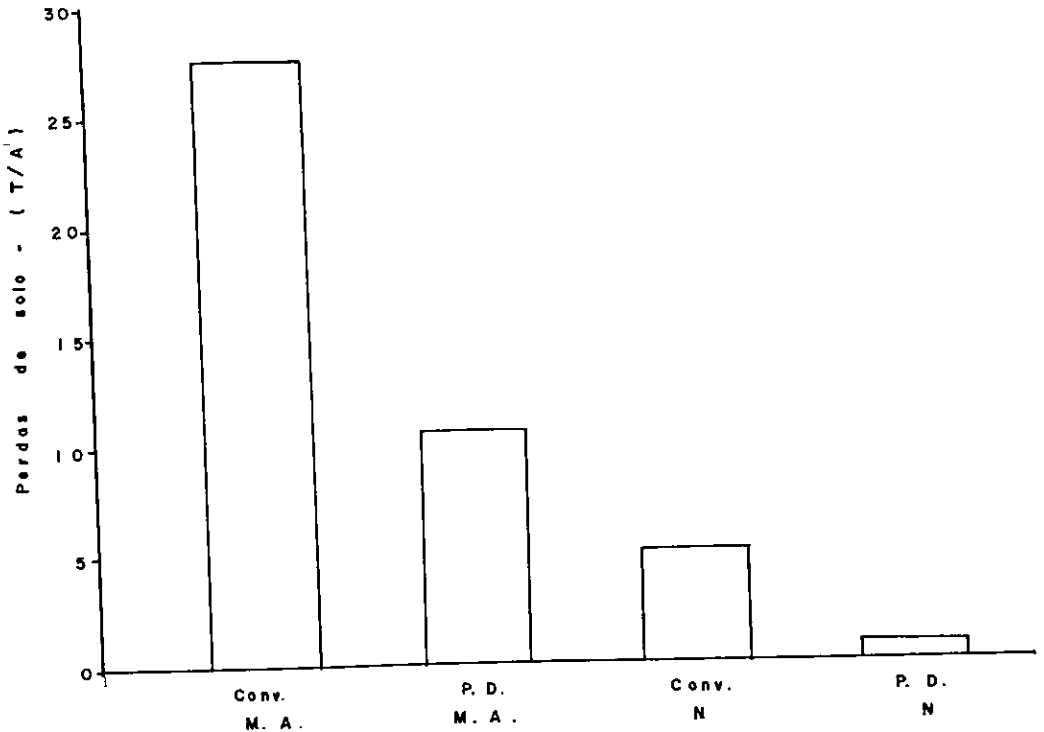

FIG. 4 Perdas de solo por erosão em dois sistemas de preparo do solo (convencional e plantio direito) morro abaixo e em nível. Fonte: MANNERING (1975).

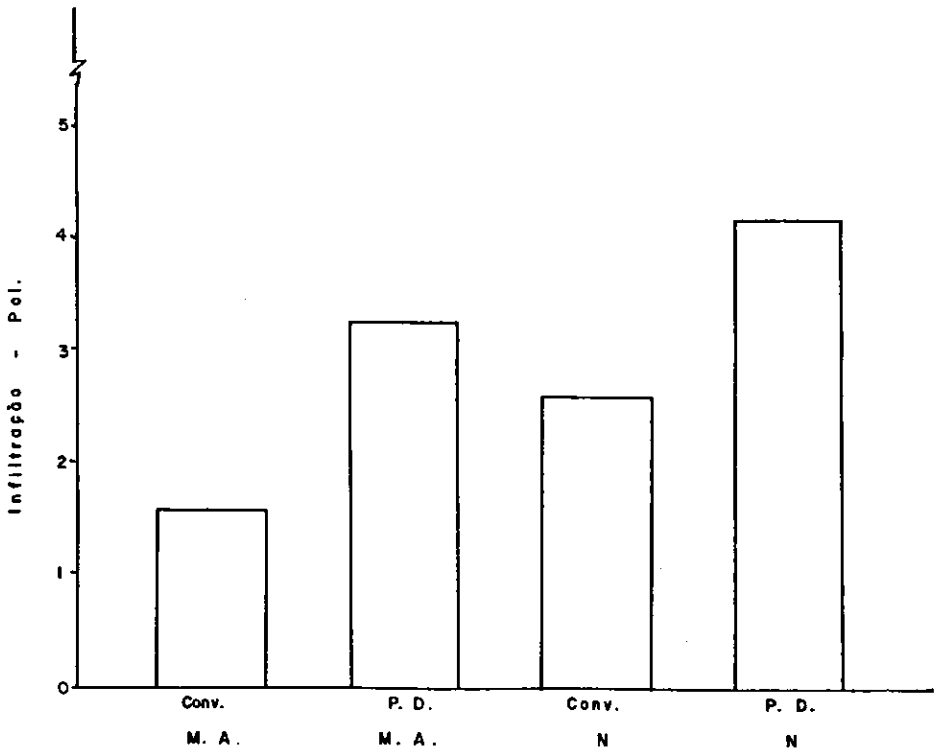

FIG. 5 Influência de dois sistemas de preparo de solo na infiltração da água, feitos morro abaixo e em nível. Fonte: MANNERING (1975).

TABELA 12. Dados de perdas de solo e água em trigo, soja, milho e algodão, em preparo convencional, e soja/trigo em plantio direto, em Latossolo Roxo Eutrófico, com 8% de declive. Londrina-PR.

Cultura	Estádios da cultura								Total solo kg/ha	Solo %
	I		II		III		IV			
	Solo kg/ha	água %	Solo kg/ha	água %	Solo kg/ha	água %	Solo kg/ha	água %		
Soja (Preparo convencional)	6.738	38,9	39	8,3	7	3,3	641	15,2	7.425	7,2
Soja (Plantio direto)	974	39,4	587	39,9	0	0,0	538	20,4	2.099	2,0
Trigo (Preparo convencional)	2.216	52,8	1.755	50,4	6	2,3	691	25,8	4.668	4,5
Trigo (Plantio direto)	970	22,0	1.334	53,4	489	13,0	467	27,3	3.260	3,2
Milho (Preparo convencional)	994	17,8	747	8,5	35	2,4	0	0,0	1.776	0,7
Algodão (Preparo convencional)	9.252	22,2	1.303	9,2	2.088	20,4	352	5,5	12.995	12,6
Solo descoberto	25.225	28,5	25.191	31,9	27.355	34,7	25.225	28	102.996	100

I – Da germinação aos 30 dias
II – 30 aos 60 dias
III – 60 dias à floração
IV – Após a colheita
Fonte(Mondardo et al. (1978).

TABELA 13. Perdas de solo e água em Latossolo Vermelho-Escuro sob vegetação de Cerrado.

Períodos / Tratamentos	F		1		2		3		4		Total	
	Solo	Água	Solo	Água	Solo	Água	Solo	Água	Solo	Água	Solo	Água
Solo descoberto	t/ha	mm	t/ha	mm	t/ha	mm	t/ha	mm	t/ha	mm	t/ha	mm
Solo descoberto	0,002	0,4	3,87	24,9	55,91	150,7	26,93	127,3	44,90	105,6	131,62	408,9
Arroz convencional	0,001	0,5	2,16	20,1	26,94	133,4	14,53	117,7	21,23	85,5	64,87	357,2
Milho convencional	0,004	0,4	4,13	21,5	38,90	139,5	4,40	106,7	10,34	108,3	57,75	376,4
Soja convencional	0,001	0,4	3,28	19,0	38,69	115,5	7,15	77,3	1,60	69,3	50,72	281,5
Pastagem braquiária	0,000	0,4	0,05	2,8	0,03	4,4	0,01	4,1	0,08	8,5	0,17	20,2

Fonte: EMBRAPA (1980).

Períodos:
1. De 0 a 2 meses após o plantio
2. De 2 a 3 meses após o plantio
3. De 3 a 4 meses após o plantio
4. De 4 meses até a colheita

F Da colheita até o plantio

5.3. Efeitos da incorporação de restos culturais e adubo verde nas propriedades físicas do solo

A partir do momento em que se abre uma área para cultivar, os teores da matéria orgânica tendem a baixar a níveis bem inferiores aos do solo virgem (Figura 6).

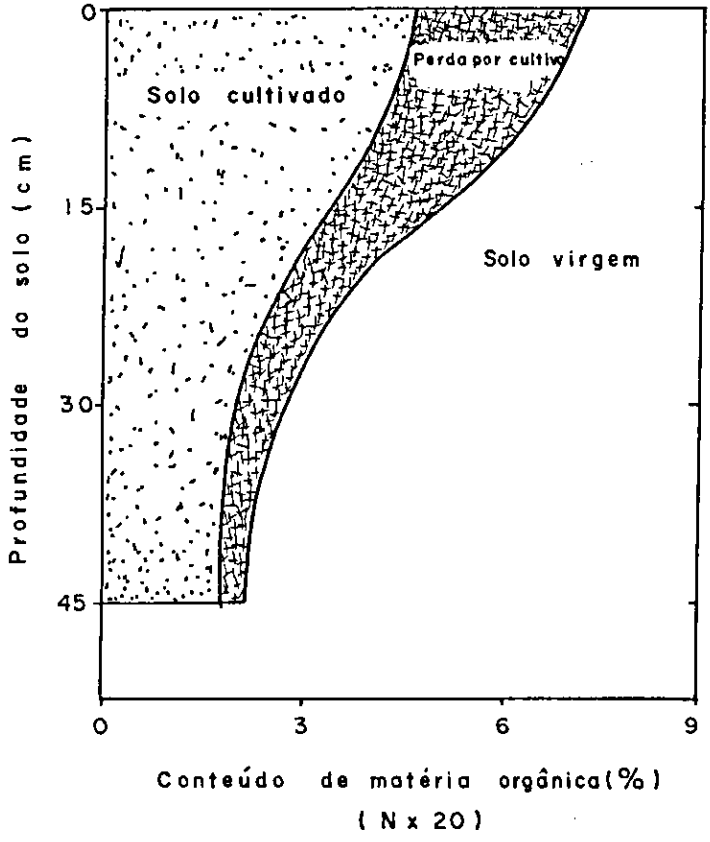

FIG. 6 Conteúdo de matéria orgânica de três solos de Dakota Norte, antes e depois de 43 anos de cultivo. Fonte: BUCKMAN & BREADY (1974).

Isso pode acontecer, e acontece freqüentemente, desde que não se tomem certos cuidados. Os solos da região dos Cerrados são distróficos, ou seja, pobres em bases. A vida microbiana nesses solos é mínima ou quase inexistente. Há um certo equilíbrio entre teor de matéria orgânica do solo e a vegetação natural dos Cerrados. O que comumente se faz em Goiás é desmatar e plantar arroz. Este é uma planta de alta relação C/N (carbono/nitrogênio), de difícil decomposição e não exigente em solos bem corrigidos (pH e nutrientes).

Ora, isto faz com que a atividade microbiana do solo cresça muito pouco com a incorporação dos restos culturais do arroz e com o conseqüente aumento do teor de matéria orgânica (Figura 7).

Por mais que se plante arroz, em anos consecutivos, a tendência deverá continuar a mesma. Isto seria ótimo, se não fosse o fato de a matéria orgânica ser inativa, sem dinamismo, ou seja, sem cargas negativas que seriam, em última análise, a sua capacidade de troca catiônica (CTC). Não é interessante, pois os nutrientes e água não serão retidos pelo solo.

Mas, se a partir do terceiro ano de cultivo o agricultor plantar soja, o teor de matéria orgânica começa a decrescer, porque a soja possui uma relação C/N estreita, de fácil decomposição e propicia a multiplicação de microrganismos. Mas, com dois ou três anos consecutivos de cultivo de soja, o teor de matéria orgânica do solo decresce a níveis inferiores aos do Cerrado virgem (Figura 7). Então, um bom manejo seria fazer

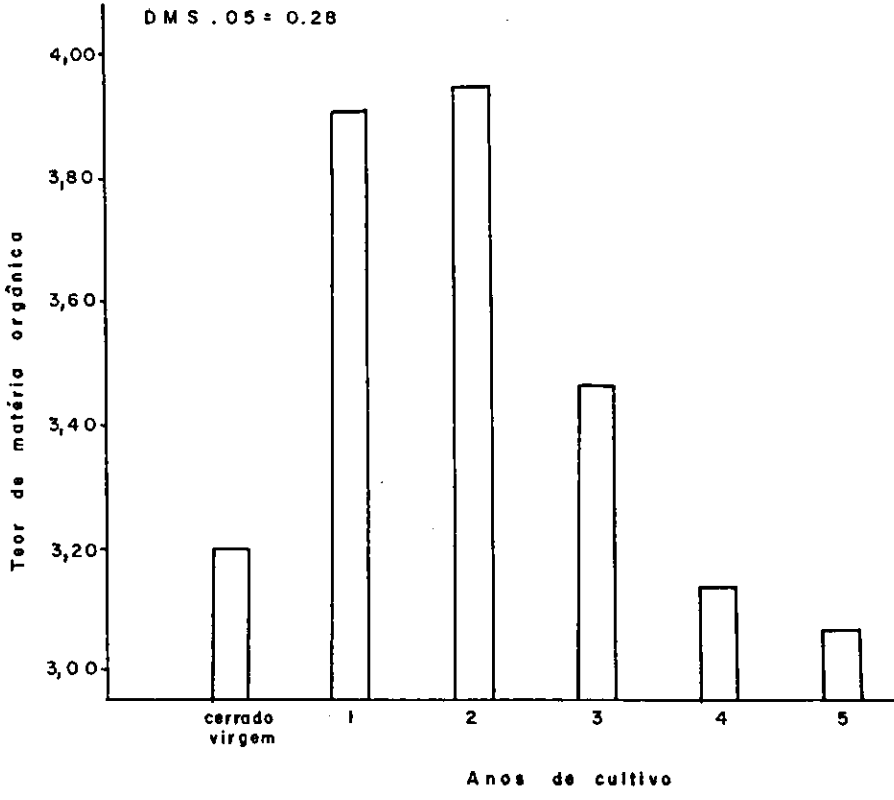

FIG. 7 Variação do teor de matéria orgânica em um Latossolo Vermelho-Amarelo de Cerrado, com 5 anos de cultivo. Fonte: RESCK & PEREIRA (1980).

uma seqüência de cultivos de arroz (1 a 2 anos) e de soja (1 a 2 anos) e assim por diante. Dessa forma se estaria garantindo a manutenção da matéria orgânica (arroz) e a atividade desta matéria orgânica (soja). Não seriam boas seqüências: arroz-milho, arroz-trigo e, muito menos, soja-soja, etc.

A adubação verte é interessante, pois a sua incorporação proporciona aumentos consideráveis na produção da cultura subseqüente, mesmo sem outra adubação. É o que se pode ver com produção de milho (Figura 8). Observa-se na Figura 9 que a produção de soja foi em torno de 2.500 kg/ha, sem adubação na sua implantação, apenas com incorporação de adubos verdes na época de floração, que tinham, no entanto, recebido adubação.

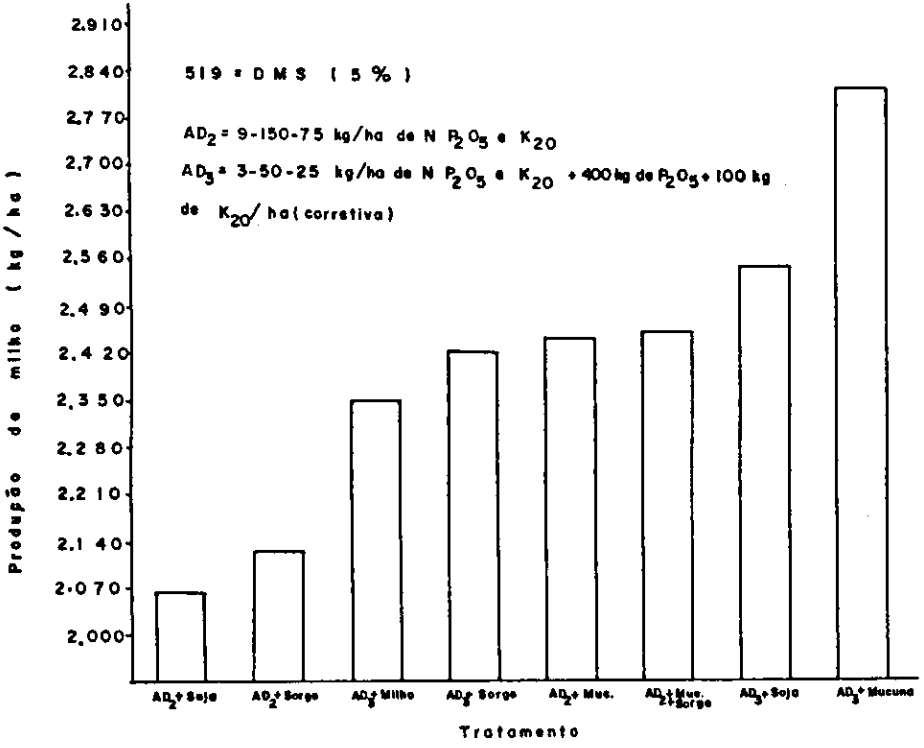

FIG. 8 Efeitos da incorporação de restos culturais e adubos verdes na produção de milho. Fonte: RESCK & PEREIRA (1979).

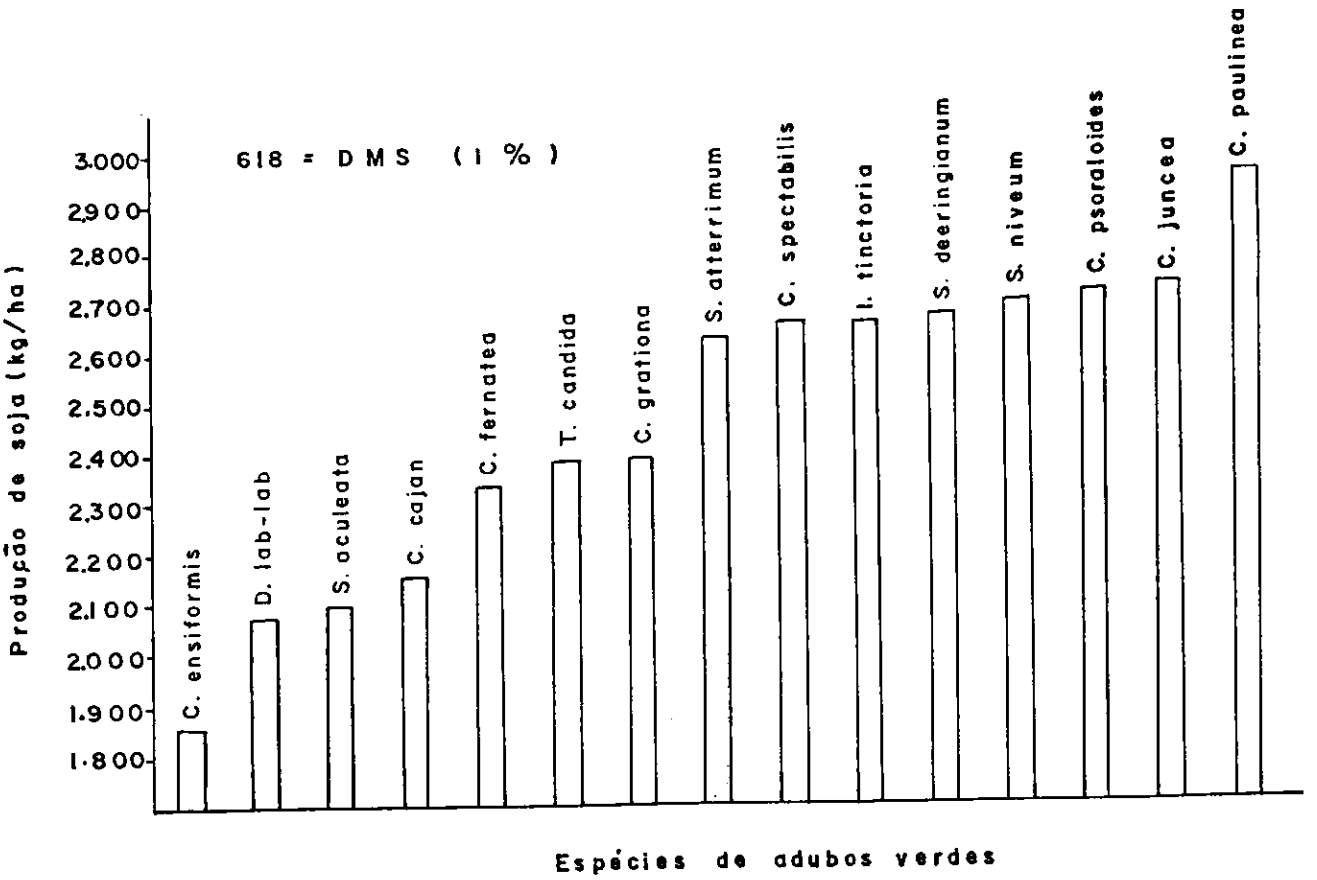

FIG. 9 Efeitos da incorporação de adubos verdes na produção de soja, variedade UFV-1.
Fonte: RESCK et al. (1979).

O que é quimicamente bom para o solo pode não ser tão bom fisicamente. Devido ao fato de os adubos verdes possuírem uma relação C/N estreita, torna-se fácil a decomposição do material incorporado e a matéria orgânica do solo é ativada. Isto reflete na capacidade de retenção do solo. Na Figura 10 observa-se que, após a incorporação dos adubos verdes, em março de 1978, houve, até outubro, incremento, correspondente a uma lâmina de 10 mm de água, na capacidade de retenção de água. Em outubro de 1978 foi plantada a soja e, pela rápida degradação da matéria orgânica do solo, a sua capacidade de retenção de água decresceu a níveis inferiores aos do Cerrado original.

Na época da queda das folhas da soja houve um novo aumento, para depois decair drasticamente, como é demonstrado na Figura 11. Compara-se também a área cultivada com adubos verdes e a área virgem de Cerradão, que era a original do experimento. Evidentemente que não foi apenas a incorporação de adubos verdes que provocou este dano ao solo. Mas tudo se iniciou com desmatamento, aração, gradagens, incorporação de corretivos, preparo intensivo do solo, enfim, uma série de operações, que, somadas à incorporação, provocaram este efeito.

O importante é sabermos que manejo e conservação é tudo que fazemos no solo, desde a sua abertura até a colheita.

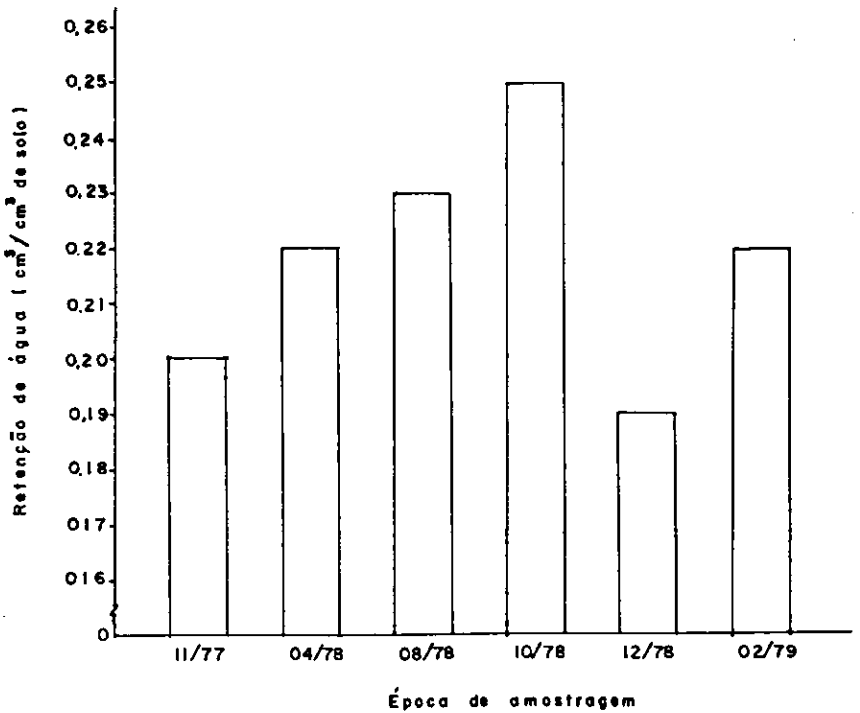

FIG. 10. Efeito da incorporação de *Styzolobium aterrimum* (mucuna preta) na capacidade de retenção de água do solo, em diferentes épocas. Fonte: RESCK et al (1979).

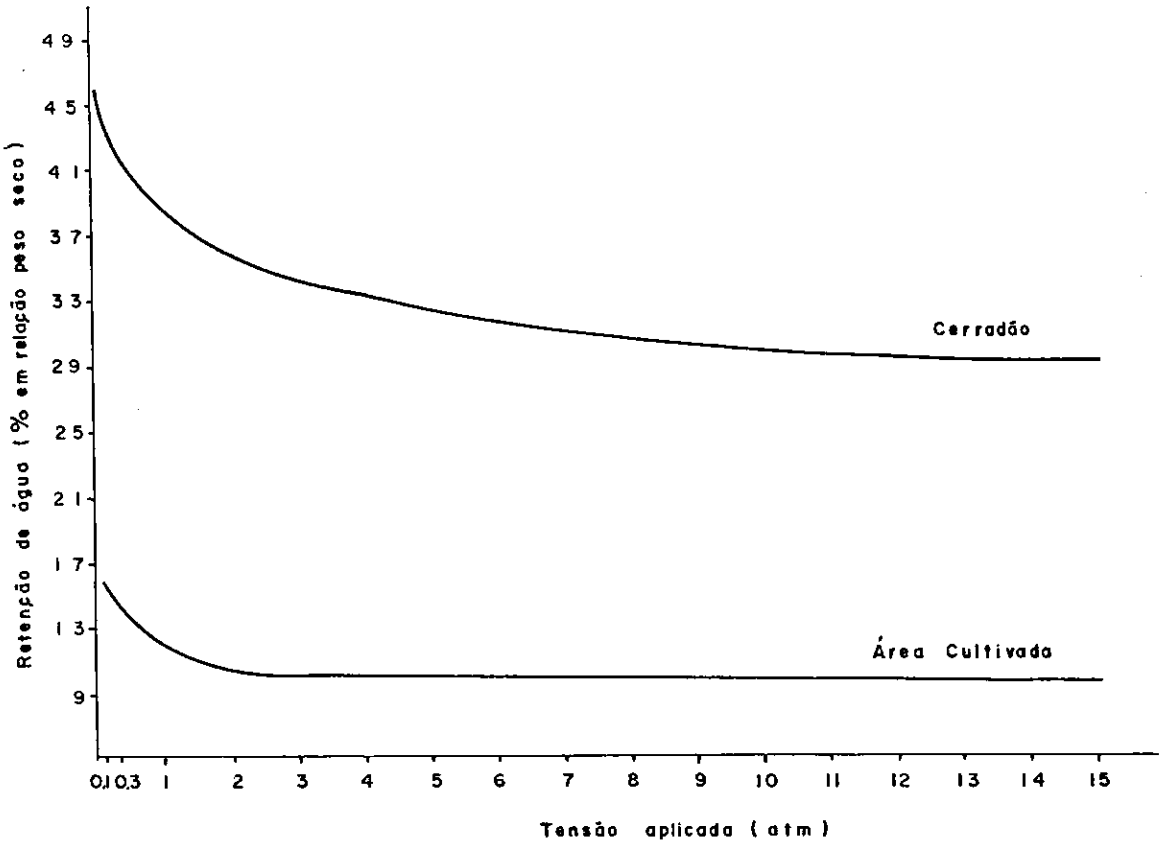

FIG. 11. Curvas de retenção de um solo LE textura argilo-arenosa sob Cerradão e sob área cultivada. Fonte: RESCK et al (1979).

BAVER, D. L.; GARDNER, W. H. & GARDNER, W. R. **Soil physics.** New York, John Wiley & Sons, 1972. 529p.

BISCAIA, R. C. M. Perdas de solo em diferentes tipos de preparo para a sucessão trigo-soja, sob chuvas naturais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., Passo Fundo, RS. 1978. **Anais...** Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT/SNLCS, 1978. p. 237-46.

BUCKMAN, H. O. & BRADY, N. C. **Naturaleza y propiedades de los suelos.** México, Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana, 1974. 590p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Relatório Técnico Anual,** 1976. Planaltina-DF, 1976. 150p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal.** Rio de Janeiro, 1978. (Boletim Técnico, 53).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. **Relatório Tecnico Anual,** 1977-78. Planaltina-DF, 1979. 192p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. Relatório Técnico Anual, 1978-79. Planaltina-DF, 1980. 170p.

FARIAS, G. S. de; MONDARDO, A.; CASTRO FILHO, C.; HENKLAIN, J. C.; RUFINO, R. L.; VIEIRA, M. J.; KEMPER, B. & DERPSCH, R. Perdas por erosão em alguns métodos de preparo do solo. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., Passo Fundo, RS, 1978. **Anais...** Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT/SNLCS, 1978. p. 267-70.

MANNERING, J. V. Apresentação de Programas de Pesquisa em Conservação do Solo nos Estados Unidos. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PESQUISA DE EROSÃO COM SIMULADORES DE CHUVA, 1., Londrina, 1975. **Anais...** EMBRAPA/IAPAR, 1975. p. 73-90.

MENDES, J. F. Características químicas e físicas de alguns solos sob Cerrado.In.: REUNIÃO BRASILEIRA DE CERRADOS, 2., Sete Lagoas, MG, 1967. **Anais...** Sete Lagoas,IPEACO, 1972. p. 51-63.

MONDARDO, A.; HENKLAIN, J. C.; FARIAS, G. S.; VIEIRA, M. J.; RUFINO, R. L.; CASTRO FILHO, C.; KEMPER, B. & DERPSCH, R. Perdas por erosão em culturas anuais, em sistema de preparo convencional e plantio direto, usando simulador de chuva. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., Passo Fundo, RS, 1978. **Anais...** Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT/CNLCS, 1978. p. 249-51.

MONIZ, A. C. **Elementos de pedologia.** Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975. 459p.

MOURA FILHO, W. & BUOL, S. W. Studies of a Latosol Roxo (Eutrustox) in Brazil: Clay mineralogy. **Experientiae,** Viçosa, 13:218-34, 1972.

RESCK, D. V. S. & PEREIRA, J. Efeito da incorporação de restos culturais e adubo verde nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo, fase Cerrado In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 17., Manaus, 1979. **Resumos.** Rio de Janeiro, SBCS, 1979. p. 1.

RESCK, D. V. S.; SHARMA, R. D. & PEREIRA, J. Efeitos da adubação verde na capacidade de retenção de água e no controle de nematóides de um solo sob

Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 17., Manaus, 1979. Resumos. Rio de Janeiro, SBCS, 1979. p. 9.

RESCK, D. V. S. & PEREIRA, J. Efeitos de cinco anos de cultivo no teor de matéria orgânica e suas relações com algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo, fase Cerrado. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3., Brasília, 1980. Resumos. Brasília, 1980. p. 16.

WEAVER, R.M., **Soils of the Central Plateau of Brazil**: chemical and mineralogical properties. Ithaca, Cornell University, 1974. 45p. (Agronomy mimeo. 74-8).

WISCHMEIER, W. H. A rainfall-erosion index for a universal soil-loss equation. **Soil Sci. Soc. Am Proc.**, 23 (3): 246-49, 1959.

IMPRESSÃO E ACABAMENTO:
AGGS INDÚSTRIAS GRÁFICAS SA.
R. LUIS CÂMARA, 535 - TEL.: 270-6722 — RIO DE JANEIRO — RJ.