

## A DINÂMICA DOS SOLOS EM ÁREAS DEGRADADAS

R.A. Dedecek\*

Antes de tentar recuperar áreas degradadas, é necessário identificar quais as limitações que tais solos impõem a produtividade destas áreas. Alguns solos podem ser recuperados pela simples recomposição do nível da fertilidade perdida, outros solos precisam de medidas mais drásticas de recuperação, e alguns solos talvez nunca mais serão completamente recuperados (FRYE et al., 1985).

A recuperação da capacidade produtiva dos solos é freqüentemente muito cara e demanda muito tempo. O mais econômico é evitar a degradação do solo antes que a sua capacidade produtiva seja afetada.

O solo é tido por muitos como recurso não renovável, mas sua vulnerabilidade ao mau uso não é a preocupação da maioria.

A degradação do solo é um processo induzido pelo homem que diminui a atual e futura capacidade produtiva do solo. Não é necessariamente um processo contínuo, pode ocorrer em um pequeno espaço de tempo (FAO, 1979).

Os processos de degradação do solo são dinâmicos e responsáveis pela queda na qualidade e produtividade dos solos. Podemos dividi-los em duas categorias: degradação por deslocamento de solo e por deterioração interna.

### 1 - Degradação por Deslocamento do Solo

São os efeitos causados pelo arraste de solo para longe do seu ponto de origem, incluindo deposição local ou fora da área de origem.

Os processos de degradação nesta categoria são causados pela erosão hídrica e eólica. Em ambos os danos causados são caracterizados por efeitos locais e "off-site".

Os efeitos locais são:

#### 1.1 - Perda da Camada Superficial do Solo

É o dano mais visível à remoção da camada mais fértil do solo; também é o dano economicamente mais lamentável.

A perda anual de 100 t/ha, tomando-se como referência a densidade do solo igual a 1 g/cm<sup>3</sup>, equivale a retirada de 1 cm da camada superficial do solo. Este valor pode ser maior ou menor (Tabela 1), dependendo principalmente da classe de solo, declive, cobertura e manejo do solo e do regime pluviométrico local.

\* Pesquisador do SNLCS/EMBRAPA - Curitiba/PR

SOLO	DECLIVE (%)	TRATAMENTO	PERDAS DE SOLO (t/ha/ano)	FONTE
Laterítico Bruno-Avermelhado	12,0	Solo Descoberto	230	ELTZ et al., 1984
		Trigo/Milho Convenc.	23	
Podzólico Vermelho-Amarelo	9,0	Aveia/Milho Convenc.	159	ELTZ et al., 1985
Latossolo Roxo	6,0	Solo Descoberto	118	RUFINO et al., 1985
		Café	34	
Latossolo Vermelho-Escuro	5,5	Solo Descoberto	53	DEDECEK et al., 1986
		Milho Convencional	29	

Tabela 1 — Perdas de solo em diferentes solos, sob diferentes manejos de solo e regimes pluviométricos.

Vários cientistas sugeriram que sob condições naturais o solo é formado a uma taxa de 2,5 cm em 300 a 1000 anos (PIMENTAL et al., 1976). Sob condições de cultivo, entretanto, a taxa de formação de 2,5 cm de solo pode ocorrer em 100 anos. Estudos mais recentes indicam que a formação do horizonte A é maior do que 2,5 cm em 30 anos para solos de textura média e menor em solos de textura argilosa (HALL et al., 1979).

A descrição de perfil num intervalo de tempo de 10 anos ou menos em dois solos do Noroeste do Estado do Paraná, sob uso agrícola diferente mostra modificações na espessura do horizonte A, superficial destes solos (Tabela 2). Assim, o solo em que a primeira descrição, em 1972, foi feita em condições naturais de floresta subtropical, apresenta uma redução de 9 cm na sua camada arável após 5 anos de cultivo de café. O contrário acontece no mesmo solo que havia sido cultivado por vinte anos com café e é novamente descrito após dez anos de pastagem. Este mostra um aumento de 6 cm no horizonte A pelo acúmulo de areia lavada, que foi obtida com o cultivo da pastagem (CARDOSO et al., 1992).

SOLO	PERFIL/USO		PROFUNDIDADE DO HORIZONTE A (cm)	
	1972	1982	1972	1982
Latossolo Vermelho-Escuro	1. Floresta	Café c/5 anos	35	24
	2. Café c/12 anos	Café e milho	28	24
	3. Café c/20 anos	Pastagem c/10 anos	15	21
Podzólico Vermelho-Amarelo*	1. Café e milho	Café e soja	28	24
	2. Café e milho	Pastagem c/5 anos	12	10

Tabela 2 — Espessura do horizonte superficial de dois solos do Noroeste do Paraná em um intervalo de 10 anos com uso agrícola diferente (CARDOSO et al., 1992).

\*OBS.: Nos solos Podzólicos a primeira data é 1975.

Com a perda da camada superficial, o preparo do solo mistura material do subsolo, mais pobre em matéria orgânica, com o solo superficial diluindo o conteúdo de matéria orgânica do solo. Um horizonte Ap com 4% de matéria orgânica e uma densidade do solo de 1,25 g/cm<sup>3</sup> perderia 5 T/ha de matéria orgânica para cada centímetro de solo perdido, o que pode resultar em um decréscimo de 0,05% do teor inicial de matéria orgânica (FRYE et al., 1985). Como se observa na Tabela 3, os mesmos perfis listados da Tabela 2, mostram queda no teor de matéria orgânica com o uso agrícola destes solos, sendo mais acentuada no perfil 1 que passou da condição natural sob floresta para cinco anos de cultivo de café. A exceção ocorre por conta do perfil 3, que com a introdução de pastagem tem o teor de matéria orgânica elevado.

SOLO	PERFIL	ARGILA		CARBONO ORGÂNICO		REL. CARB. ORG./ARGILA		GRAU DE FLOCULAÇÃO	
		1972	1982	1972	1982	1972	1982	1972	1982
		Latossolo Vermelho-Escuro	1	11	12	1,05	0,57	0,10	0,05
	2	10	10	0,34	0,20	0,03	0,02	40	20
	3	12	10	0,42	0,50	0,04	0,05	67	40
Podzólico Vermelho-Amarelo	1	11	5	0,30	0,27	0,03	0,05	27	20
	2	6	7	1,46	0,49	0,21	0,08	33	33

Tabela 3 — Modificações de algumas características do horizonte Ap de dois solos do Noroeste do Paraná devido ao uso agrícola (CARDOSO et al., 1992).

O efeito da perda da camada superficial é específica para cada cultura, solo e nível de manejo. Onde a zona de enraizamento é limitada, a perda de uns poucos centímetros de solo pode ser significativa (SHRADER & LANGDALE, 1979). Nas condições dos Latossolos, os solos onde mais se pratica a agricultura no Brasil, a extremamente baixa fertilidade dos subsolos é uma barreira ao aprofundamento de raízes, permitindo o seu desenvolvimento, apenas naquela parte superficial do solo com fertilidade construída. Tendo ainda como condicionante a baixa capacidade de armazenamento de água disponível para as plantas, a permeabilidade excessiva destes solos e a demanda evaporativa elevada do clima, pode-se considerar como limitada a zona de enraizamento das plantas, apesar destes solos serem sempre referidos como profundos e sem camadas de impedimento. O uso agrícola destes solos tem também criado zonas de compactação, referidas como “pés de grade ou de arado”, que dificultam ainda mais a exploração pelas raízes de grandes profundidades destes solos. Estas características são exemplificadas com três perfis de Latossolos Vermelho Amarelo e dois de Latossolo Vermelho Escuro amostrados no Estado do Paraná, na região Centro-Sul, na Tabela 4.

Um parâmetro que se tem mostrado bom indicador do afloramento dos horizontes subsuperficiais, pela perda do horizonte A, é o grau de floculação para Latossolos. Nestes solos o horizonte B característico apresenta grau de floculação igual a 100% (CARVALHO et al., 1988), podendo-se afirmar, que o aparecimento destes valores na

SOLO	VEGETAÇÃO PRIMÁRIA	HORIZONTE	PROFUND. (cm)	UMIDADE (atm)		ÁGUA DISPO-NÍVEL	COND. HIDR. (cm/h)	CARB. ORG (%)	SOMA DE BASES (meq/100 g)
				0,06	1,0				
				Latossolo Vermelho Amarelo	Floresta				
A/B	- 79	34	28			6	-	2,4	2
B/A	- 107	34	29			5	-	1,3	1
B	- 195	35	29			6	-	0,5	2
Floresta	A	0 - 50	40		33	7	-	3,8	4
	A/B	- 69	37		32	5	-	1,9	4
	B/A	- 120	45		38	7	-	0,4	4
Campo	A	0 - 33	55		43	12	11	2,7	18
	A/B	- 54	47		39	8	10	1,7	12
	B/A	- 100	34		26	8	6	1,4	9
	B	- 141	34		27	7	5	1,1	10
Latossolo Vermelho Escuro	Floresta	A	0 - 25		40	25	15	3	3,4
		A/B	- 50	40	26	14	4	1,8	9
		B/A	- 82	34	21	13	9	0,8	7
		B	- 160	34	20	14	9	0,5	4
	Floresta	A	0 - 39	31	25	6	25	2,0	12
		A/B	- 65	31	20	11	18	1,1	8
		B/A	- 113	30	21	9	12	0,8	6
		B	- 163	28	21	7	7	0,4	3

Tabela 4 — Algumas características dos Latossolo Vermelho Amarelo e Vermelho Escuro do Estado do Paraná.

superfície dos Latossolos, denota o afloramento do horizonte subsuperficial na superfície. Na Figura 1, são mostrados três perfis em condições de vegetação nativa e três, em cultivo de batata, ocorrendo em posição correspondente no declive. Seguindo os valores do grau de floculação (Figura 1), observa-se que há um aumento, em relação a catena natural, já no perfil 11, dando sinais de uma possível mistura de horizonte B na superfície, e que nos perfis 12 e 13 o cultivo está ocorrendo no horizonte B.

### 1.2 - Deformação de Área

A superfície das áreas agrícolas é quase sempre irregular, apresentando depressões e elevações, irregularidades entre torrões de diferentes tamanhos e devido aos implementos agrícolas usados no preparo do solo. Assim, a água da chuva quando se acumula, concentra-se nas depressões e começa a escorrer, adotando o trajeto de menor resistência. Deste modo tem início a formação de pequenos sulcos que podem ser facilmente destruídos com as operações de preparo de solos normais. À medida que

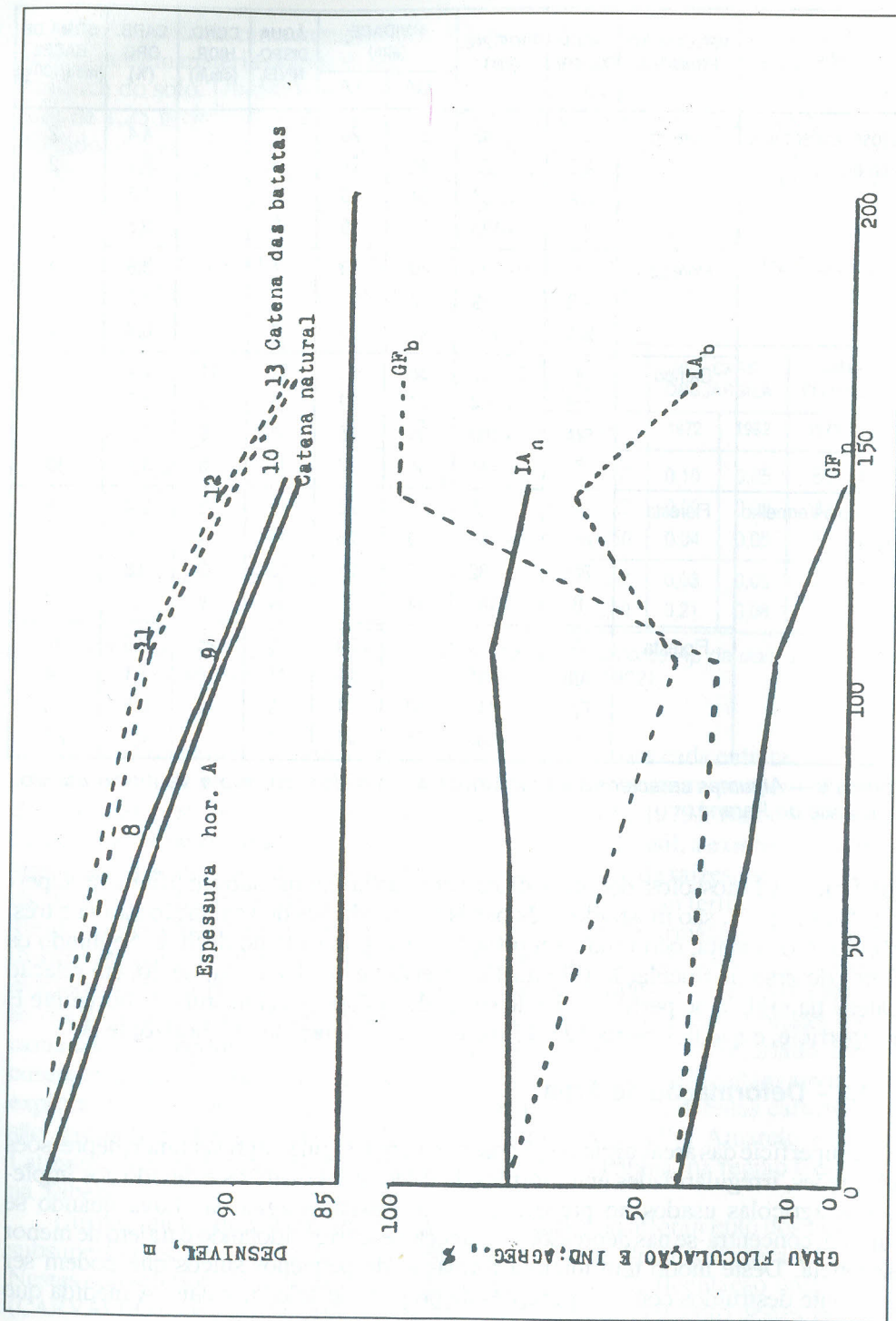


Figura 1 — Características de duas catenas em Latossolo Vermelho Amarelo de Araucária/PR.

estes sulcos aumentam podem dificultar sua destruição pela aração dando início à formação de vossorocas, dependendo da quantidade de água para escoamento e da velocidade desta. As vossorocas se formam em depressões naturais do terreno, em sulcos formados pelos implementos, em trilhas seguidas pelo gado e mesmo junto às cercas divisórias.

Um deslocamento irregular do solo seja por sulcos, vossorocas ou mesmo movimento de massa dividem a propriedade, impedem o tráfego e dificultam a mecanização das lavouras.

Os efeitos fora da área de origem do solo (off-site) na degradação causada pelas erosões eólica e hídrica são devido aos sedimentos produzidos. O solo deslocado de seu ponto de origem acaba sendo depositado, tanto próximo como no oceano, ou em qualquer ponto entre estes extremos. A distância que as partículas de solo percorrem depende principalmente do tamanho, densidade e forma destas e das características da enxurrada.

A sedimentação é um grave problema para as obras de engenharia, seja pela redução da vida útil de barragens hidrelétricas ou para captação da água, seja pelo custo de manutenção de rodovias. O assoreamento de mananciais de água também acarreta a diminuição de vazão destes, bem como afeta o desenvolvimento da fauna aquática.

O sedimento é ainda o maior poluidor das águas superficiais pelos fertilizantes e pesticidas que carrega consigo. Tanto maior quanto maior o nível de agricultura praticada, baseada no uso de adubações pesadas, herbicidas e defensivos. Amostrando por raspagem a superfície de um sulco formado naturalmente entre o plantio de uma área de batatas e a germinação destas, em um Latossolo Vermelho Amarelo, pode-se ter uma idéia da carga de nutrientes que este sedimento carrega.

Na Figura 2, observa-se a conformação e do sulco amostrado com 250 metros de comprimento entre o seu início e o final em uma estrada, que corta o local. Observando-se o comportamento de três elementos, como argila, areia grossa e o teor de fósforo (P) disponível, pode-se analisar a evolução da deposição deles ao longo do sulco e o produto final que deixa a área, com predominância de argila e um teor de fósforo de 125 ppm.

Na Tabela 5, temos uma demonstração de que a carga de nutrientes tem relação direta com o nível de fertilidade do solo em exploração agrícola. A análise dos sedimentos da chuva do dia 16/05/77, refere-se ao ano de início do trabalho, onde a calagem e a adubação haviam corrigido as deficiências naturais do Latossolo Vermelho Escuro objeto deste estudo, observando-se grande uniformidade entre os sedimentos produzidos nos diferentes tratamentos. Os sedimentos produzidos por uma chuva, após sete anos de condução deste trabalho, mostram diferenças inerentes aos tratamentos que foram estudados. O cultivo da soja em plantio direto, como característico deste sistema de concentração dos nutrientes na superfície do solo pelo seu não revolvimento, mostra um sedimento com uma carga de nutrientes muito maior do que no tratamento solo descoberto, mantido sempre sem vegetação, e intermediário nos cultivos de milho e soja em sistema convencional de preparo.

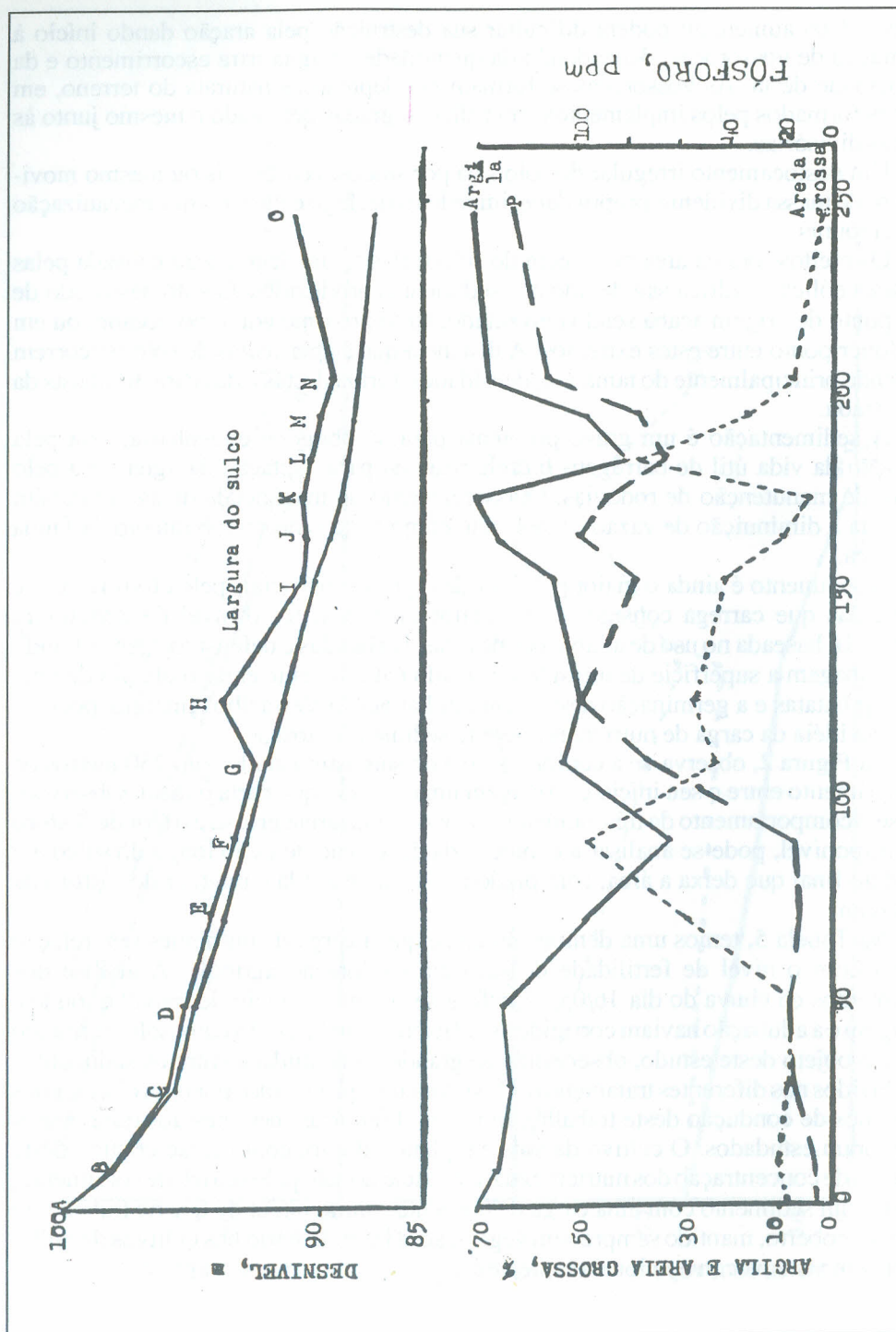


Figura 2 — Sulco natural de erosão em lavoura de batatas em Latossolo Vermelho Amarelo de Araucária/PR.

TRATAMENTOS	PERDAS DE SOLO (t/ha)	pH EM (meq/100 g)			P (ppm)	MATÉRIA ORGÂNICA (%)
		ÁGUA	Al	Ca + Mg		
<b>Dia: 16/05/77</b>						
Solo Descoberto	1,4	5,3	0	2,9	4	2,0
Milho Convenc.	0,3	5,3	0	3,6	4	1,9
Soja Convenc.	0,5	5,5	0	3,4	5	1,8
Soja Direto	0,5	5,4	0	3,7	5	2,0
<b>Dia: 27/12/84</b>						
Solo Descoberto	3,8	5,7	0,5	2,1	2	2,0
Milho Convenc.	1,1	5,7	0,5	2,5	5	2,4
Soja Convenc.	0,6	5,7	0,4	2,4	6	2,1
Soja Direto	0,1	6,0	0,0	4,0	11	3,1

Tabela 5 — Perdas de solo e composição química dos sedimentos de Latossolo Vermelho Escuro coletados após as chuvas relacionadas (DEDECEK, 1986)

## 2 - Degradação por Deterioração Interna do Solo

Os objetivos do manejo do solo são assegurar boas produções sem limitações dos fatores do solo e que estas produções não levem a modificações no solo que impeçam de continuarem a ser obtidas. Em alguns solos, modificações das características naturais do solo são necessárias, como a baixa fertilidade natural dos Latossolos. Dificilmente, tem-se conseguido explorar agricolamente os solos em perfeito equilíbrio com a sua aptidão agrícola, o que tem impedido uma exploração em bases sustentáveis.

Degradação do solo resultante da produção agrícola intensiva é principalmente devida a alteração das características químicas, físicas e biológicas do solo, que são produzidas internamente no solo. Os efeitos desta degradação tem aspectos diferentes se analisadas as características químicas, físicas ou biológicas separadamente, mas um destes efeitos é a causa da deterioração do solo em vários aspectos:

### 2.1 - Diminuição da Matéria Orgânica

Perdas de carbono orgânico pelo cultivo são causadas pela decomposição da matéria orgânica devido ao revolvimento do solo, que acelera a oxidação, e pela menor incorporação de matéria orgânica do que a mineralizada em cada cultivo (JONG & KACHANOSKI, 1988). Estes processos são os dominantes na mineralização da matéria orgânica nos primeiros anos de uso agrícola, seguindo o desmatamento. Como se pode observar na Tabela 3, é um processo muito rápido, quando observamos o perfil 1 do Latossolo Vermelho Escuro, que teve seu teor de Carbono orgânico reduzido a metade em cinco anos de cultivo, mesmo partindo da condição natural com teor baixo.

Também na Tabela 6 é possível comprovar o desgaste rápido do teor de Carbono orgânico dos solos pelo uso agrícola. Os perfis 11, 12 e 13 estão em cultivo de batatas por apenas seis anos, com redução do teor de Carbono orgânico da ordem de até mais de 50%. A intensa mobilização do solo provocada no cultivo da batata é mais prejudicial, do que se usado o plantio direto em milho que com o mesmo tempo de uso teve uma redução muito menor do teor de Carbono orgânico (Tabela 6).

SOLO	PERFIL	USO	HORIZONTE	CARB.ORG. (%)
Latossolo Vermelho-Amarelo	8	Floresta	A	3,4
	11	Batata	A	2,6
	9	Campo	A	3,4
	12	Batata	A	1,6
	10	Campo	A	3,8
	13	Batata	A	1,1
Latossolo Vermelho-Escuro	1	Floresta	A	2,0
	2	Milho Plantio Direto	A	1,8
	3	Convencional	A	1,2

Tabela 6 — Teores de Carbono orgânico de duas classes de solo em condições naturais e em uso agrícola.

A mineralização da matéria orgânica é o fator dominante nos primeiros anos de cultivo, seguindo um desmatamento, ficando o processo de redução do teor de Carbono orgânico do solo após este período sujeito a erosão hídrica. A simulação do efeito das perdas por erosão da camada superficial do solo, pela raspagem artificial de camadas de solo mostrou que o teor de matéria orgânica do solo, resultante deste processo, tem grande influência sobre a produtividade do solo. A mesma influência ocorre quando se simula o efeito da sedimentação, com a deposição de camadas de solo na superfície. A Figura 3 mostra a diferença de produtividade da soja obtida pela retirada de camadas de solo: 0, 2, 5, 10 e 20 cm de um Latossolo Vermelho Escuro em dois níveis de adubação, e a influência da deposição de camadas com as mesmas espessuras e um nível de adubação. Com a retirada de uma camada de 5 cm de solo não foi possível restabelecer no mesmo ano de cultivo com um nível de adubação mais elevado, a produtividade alcançada pelo solo com seu horizonte superficial completo (0 cm). Com isto pode-se dizer que para ter uma produtividade igual ao nível 0 de perda de solo, a perda de 5 cm de solo superficial acarreta um aumento de 28,8% nos custos da adubação (DEDECEK, 1987).

A Figura 4 mostra a correlação entre os níveis de matéria orgânica do solo, tanto daqueles que simularam as perdas quanto às deposições de camadas de solo, na produtividade de soja. Como se observa é uma correlação bem alta, que salienta a extrema dependência dos Latossolos em relação ao teor de matéria orgânica.

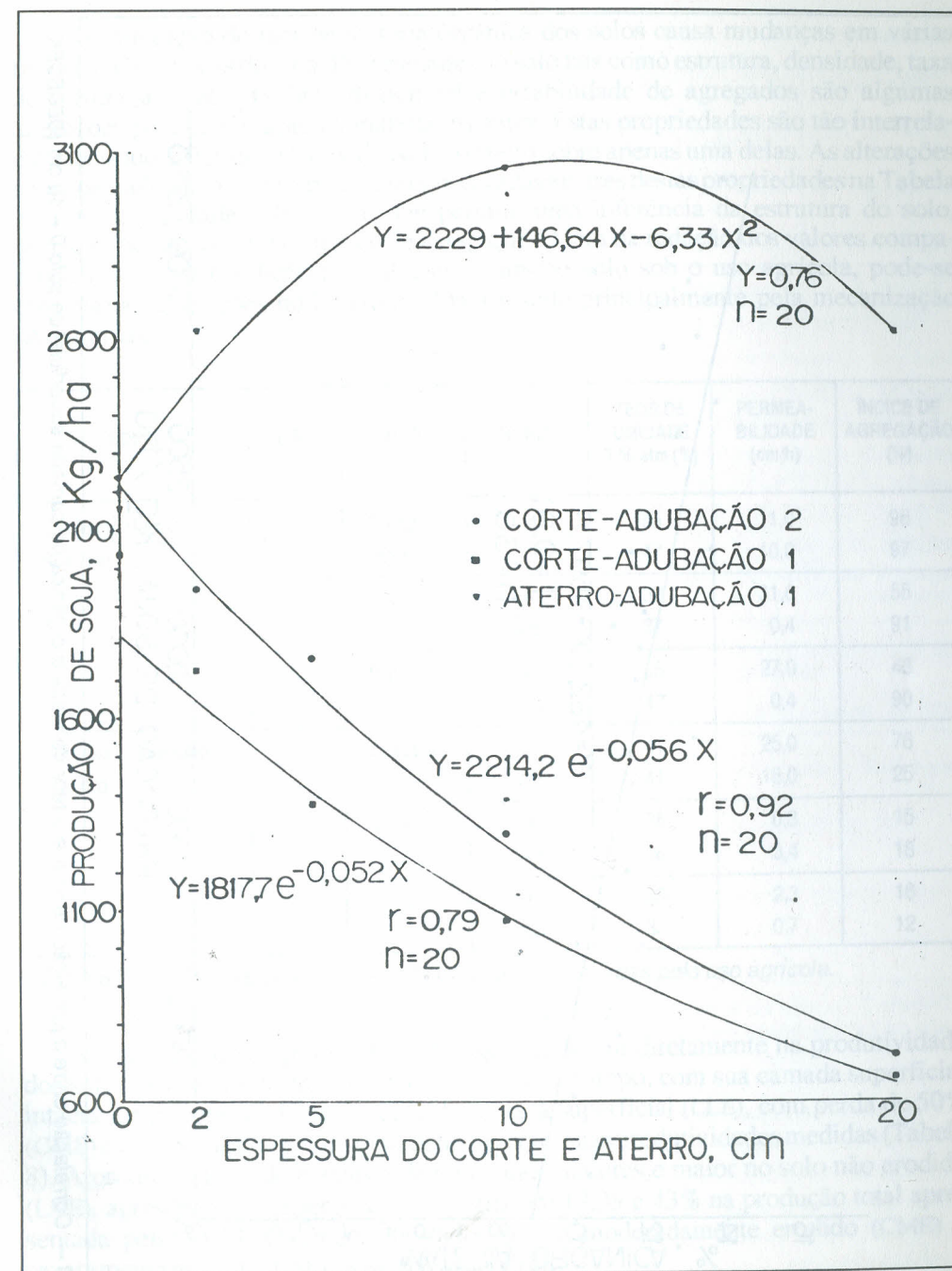


Figura 3 — Produção de soja em função da camada de solo superficial adicionada ou retirada (DEDECEK, 1987).

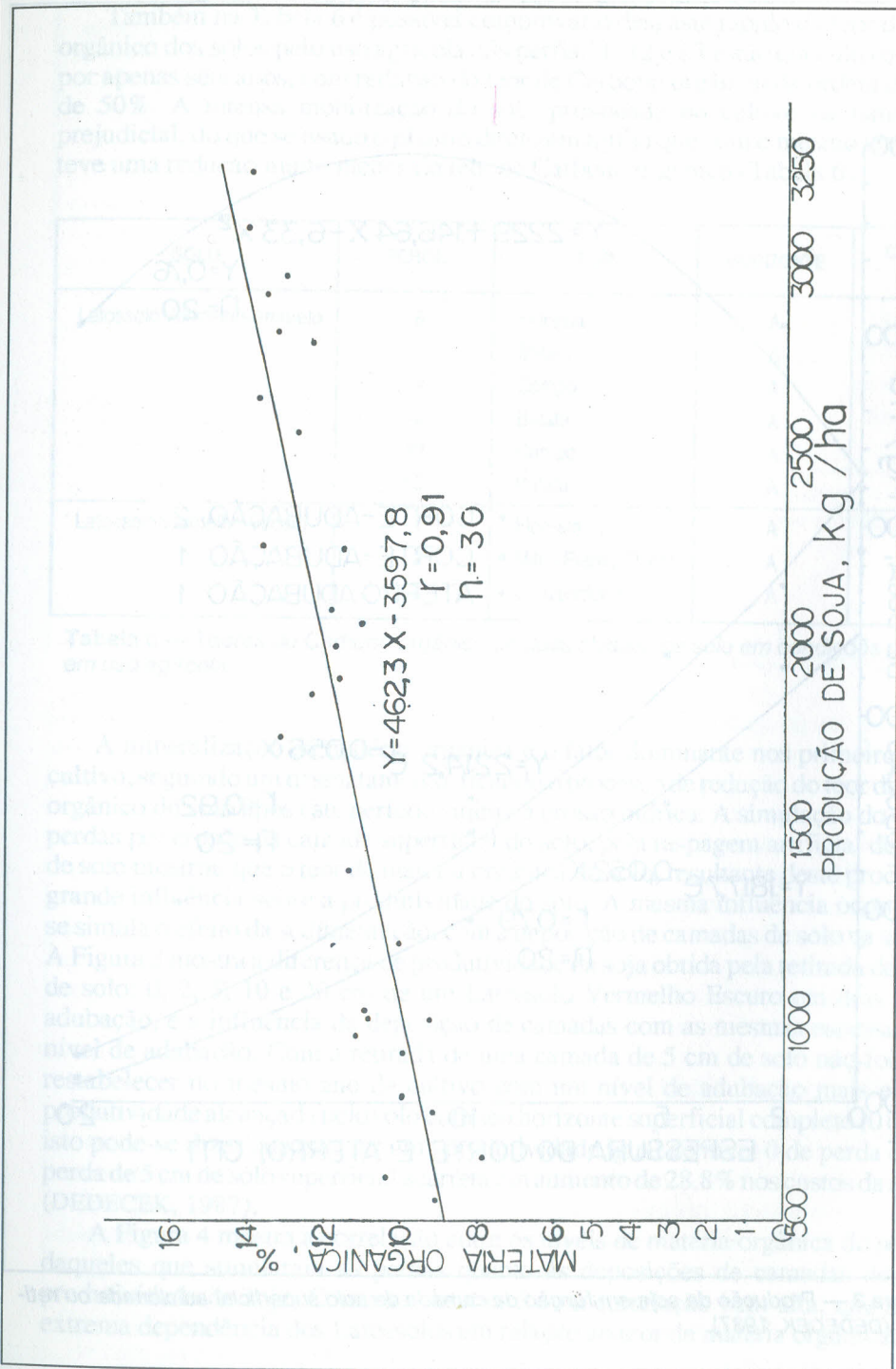


Figura 4 — Correlação entre a produção de soja e o teor de matéria orgânica na camada superficial do solo 0 - 40 cm (DEDECEK, 1987).

A diminuição do teor de matéria orgânica dos solos causa mudanças em várias propriedades físicas do solo. Propriedades do solo tais como estrutura, densidade, taxa de infiltração, teor de água disponível e estabilidade de agregados são algumas alterações pela degradação da matéria orgânica. Estas propriedades são tão interrelacionadas que dificilmente se pode isolar o efeito sobre apenas uma delas. As alterações causadas pelo uso agrícola podem ser observadas em tres destas propriedades na Tabela 7: teor de umidade a 0,06 atm que permite uma inferência da estrutura do solo, permeabilidade saturada e índice de agregação. Além da redução dos valores comparando o solo na condição natural com o mesmo solo sob o uso agrícola, pode-se observar as alterações no horizonte AB, causado principalmente pela mecanização destas áreas.

SOLO	PERFIL	USO	HORIZ.	TEOR DE UMIDADE 0,06 atm (%)	PERMEABILIDADE (cm/h)	ÍNDICE DE AGREGAÇÃO (%)
Latossolo Vermelho Amarelo	III	Campo nativo	A	55	11,0	96
			AB	47	10,0	97
	V	Soja	A	33	31,0	55
			AB	37	0,4	91
	IV	Batata	A	35	27,0	43
			AB	43	0,4	90
Latossolo Vermelho Escuro	1	Floresta	A	41	25,0	76
			AB	41	18,0	25
	2	Milho P. Direto	A	36	0,3	15
			AB	36	3,4	18
	3	Milho	A	35	2,3	16
			AB	33	0,7	12

Tabela 7 — Algumas características físicas do solo alteradas pelo uso agrícola.

A degradação das propriedades físicas interferem diretamente na produtividade dos solos. Solos em quatro situações diferentes a campo, com sua camada superficial intacta (LNE) com perda de até 25% da camada superficial (LLE), com perda de 50% (CME) e com perda de 75% ou mais (CSE) tiveram suas produtividades medidas (Tabela 8). A produção total de batatas e de tubérculos maiores é maior no solo não erodido (LNE), apresentando respectivamente perdas de 18,39 e 43% na produção total apresentada pelos solos levemente erodidos (LLE), moderadamente erodido (CME) e severamente erodido (CSE) (RACHWAL, 1992).

As propriedades físicas do solo que apresentaram maiores correlações com a queda na produtividade com o nível crescente de erosão destes solos foram a porosidade de aeração e tensão de água do solo. Na Tabela 9, podemos observar como se encontravam

CLASSIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO	SOLO	PRODUÇÃO LÍQUIDA (kg/ha)	REDUÇÃO NA PRODUÇÃO (%)	PRODUÇÃO TUBÉRCULOS RACHADOS (kg/ha)	EM RELAÇÃO A PRODUÇÃO TOTAL (%)
Total	CSE	16.455	43	3.971	18
	CME	17.730	39	2.159	10
	LLE	23.722	18	—	—
	LNE	28.777	—	747	2

**Tabela 8** — Produção total de batatas e de tubérculos rachados em quatro fases de erosão (RACHWALL, 1992).

estas características durante as 1ª e 7ª semanas de cultivo da batata. Deve-se salientar que a literatura indica que o começo do stress hídrico para a batata ocorre quando a tensão de água no solo é de 0,25 atm e o seu crescimento é paralisado, quando esta tensão atinge 3,5 atm. A porosidade de aeração crítica para esta cultura está entre 10 e 15% (BUSHNELL, 1953). Como se observa na Tabela 9, estes valores ótimos de aeração nos solos CME e CSE só são atingidos quando a tensão da água no solo é superior ao ótimo necessário para a produção da cultura.

SEMANAS	CSE		CME		LLE		LNE	
	Tensão Por. Aer.		Tensão Por. Aer.		Tensão Por. Aer.		Tensão Por. Aer.	
	atm	%	atm	%	atm	%	atm	%
1ª	0,20	3,6	0,08	3,7	0,32	15,1	0,08	4,2
2ª	0,45	5,8	0,11	4,5	0,28	14,7	0,09	4,7
3ª	2,10	9,0	0,40	7,8	0,28	14,7	0,13	6,1
4ª	5,33	9,5	0,37	9,5	0,36	15,6	0,04	1,7
5ª	15,00	17,3	15,00	15,4	15,00	24,5	2,25	11,4
6ª	15,00	11,7	15,00	15,1	1,49	19,3	3,24	11,7
7ª	15,00	13,5	15,00	17,3	1,05	18,6	10,00	16,2

**Tabela 9** Tensão de água no solo e porosidade de aeração do solo de quatro fases de erosão na profundidade de 5 a 15 cm (RACHWALL, 1992).

Além da redução na produção total de batatas, há um aumento direto na produção de tubérculos rachados e embonecados nos solos que apresentam esta deficiência de porosidade de aeração e água disponível. Enquanto os solos com severa e moderada perda da camada superficial apresentaram 24 e 13% respectivamente de tubérculos rachados e embonecados, estes valores foram nulos para os solos com pouca ou nenhuma erosão.

### Referências Bibliográficas

- BUSHNELL, J. *Sensitivity of potatoes to soil porosity*. Ohio Agricultural Experiment Station, Ohio, 1953, 42 p. (Research Bulletin, 726).
- CARDOSO, A.; PÖTTER, R.O. & DEDECEK, R.A. *Estudo comparativo da degradação de solos pelo uso agrícola no Noroeste do Paraná*. Pesq. Agropec. Bras., 27(2): 349-53, 1992.
- DEDECEK, R.A. *Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em Latossolo Vermelho-Escuro dos Cerrados em diferentes cultivos natural*. R. Bras. Ci. Solo, 10:265-72, 1986.
- DEDECEK, R. A. *Efeitos das perdas e deposições de camadas de solo na produtividade de um Latossolo Vermelho-Escuro dos Cerrados*. R. Bras. Ci. Solo, 11:323-28, 1987.
- ELTZ, F.L.F. et al. *Perdas de solo e água por erosão em diferentes sistemas de manejo e coberturas em solo Laterítico Bruno-Avermelhado distrófico (São Jerônimo) sob chuva natural*. R. Bras. Ci. Solo, 8(1): 117-125, 1984.
- ELTZ, F.L.F. et al. *Perdas de solo e água por erosão em diferentes sistemas de manejo e coberturas vegetais em solo São Pedro (Podzólico Vermelho-Amarelo) sob chuva natural*. R. Bras. Ci. Solo, 8(2): 245-249, 1984.
- EMBRAPA/SNLCS. *Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento; normas em uso pelo SNLCS*. Rio de Janeiro, EMBRAPA/SNLCS, 1988, 67 p. (Documentos, 11).
- FAO. *A provisional methodology for soil degradation assesment*. FAO, ROME, 1979, 84 p. (Mimeografado).
- FRYE, W.W.; BENNETT, O.L. & BUNTLEY, G.J. *Restoration of crop productivity on eroded or degraded soils*. In: FOLLETT, R.F. & STEWART, B.A., ed. Soil erosion and crop productivity, ASA, Madison, 1985, p.335-356.
- GREENLAND, D.J. *Soil management and soil degradation*. Journal of soil science, 32:301-322, 1981.
- HALL, G.F.; DANIELS, R.B. & FOSS, J.E. *Soil formation and renewal rates in the U.S.* Soil Sci. Soc. Amer. Annual Meeting, Fort Collins-CO, 1979, The Ohio State University, Columbus-OH, Mimeografado.
- JONG, E. DE & KOCHANOSKI, R.G. *The importance of erosion in the Carbon balance of prairie soils*. Can. J. Soil Sci., 68:111-119, 1988.
- LANGDALE, G.W. & SHRADER, W.D. *Soil erosion effects on soil productivity of cultivated cropland*. In: ASA. Determinants of soil loss tolerance, ASA, Madison, 1979, pp. 41-51.
- OLDEMAN, L.R. ed. *Guidelines for general assessment of the status of human induced soil degradation*. Wagenigem, ISRIC, 1988, 31 p. (Working Paper and Preprint, 88/3).
- PIMENTAL, D. et al. *Land degradation: effects on food and energy resources*. Science, v.94, pp. 149-155, 1976.
- RACHWALL, M.F.G. *Comunicação pessoal*. 1992.
- RUFINO, R.L.; HENKLAIN, J.C. & BISCAIA, R.C.M. *Influência das práticas de manejo e cobertura vegetal ao cafeeiro nas perdas de solo*. R. Bras. Ci. Solo, 9:277-280, 1985.