

03497

CPAC

1991

ex. 2

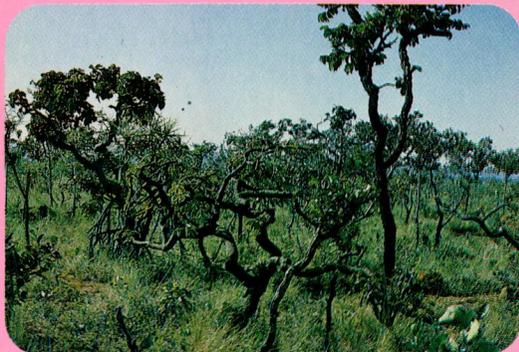
FL-03497

DOCUMENTOS

Número 36

ISSN 0102-0021

Agosto, 1991



DINÂMICA DA MATÉRIA ORGÂNICA NA REGIÃO DOS CERRADOS



Dinâmica da matéria orgânica

1991

FL - 03497



29301-2

Instituto Brasileiro de Pesquisa Agropecuária - **EMBRAPA**
Instituto de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - **CPAC**
Instituto de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - **CPAC**
Brasília, DF

**DINÂMICA DA MATÉRIA ORGÂNICA
NA REGIÃO DOS CERRADOS**

Dimas Vital Siqueira Resck
João Pereira
José Eurpedes da Silva



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - **EMBRAPA**
Vinculada ao Ministério da Agricultura e Reforma Agrária - **MARA**
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - **CPAC**
Planaltina, DF

Copyright © EMBRAPA-1991

Exemplares desta publicação podem ser solicitados ao:
CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS - CPAC
BR 020 - km 18 - Rodovia Brasília/Fortaleza
Caixa Postal 70.0023 Telex: (061)1621
Telefone: (061) 389-1171 FAX: (061) 389-2953

Tiragem: 1.000 exemplares

Editor: Comitê de Publicações

Alexandre de Oliveira Barcellos, Ariovaldo Luchiari Júnior (Presidente), Carlos Roberto Spehar, Dauí Antunes Correa, Juscelino Antonio Azevedo, Regina de Almeida Moura e Sueli Matiko Sano.

Normalização, revisão gramatical, composição, desenho e arte-final:
Área de Transferência de Tecnologia - ATT

RESCK, D.V.S.; PEREIRA, J.; SILVA, J.E. da. **Dinâmica da matéria orgânica dos na região dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1991. 22p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 36).

1. Solo - matéria orgânica. 2. Solo - Fertilidade. I. Pereira, J., colab. II. Silva, J.E. da, colab. III. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina, DF. IV. Título. V. Série.

CDD 631.42

SUMÁRIO

1. OS SOLOS DA REGIÃO: CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES.	5
2. A MATÉRIA ORGÂNICA DOS SOLOS DA REGIÃO.	7
3. EFEITO DA ROTAÇÃO DE CULTURAS E DOS SISTEMAS DE PREPARO NA M.O.	10
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	21

DINÂMICA DA MATÉRIA ORGÂNICA NA REGIÃO DOS CERRADOS¹

Dimas Vital Siqueira Resck²

João Pereira³

José Eurípedes da Silva²

1. OS SOLOS DA REGIÃO: CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES

A região dos Cerrados contribui significativamente para a produção agropecuária nacional. Ocupando aproximadamente 1/4 da extensão territorial do Brasil, os solos desta região são constituídos principalmente de Latossolos (46%), de Podzólicos (15,1%) e Areias Quartzosas (15,2%), com vários tipos de clima que vêm a constituir diferentes ecossistemas. Esses ecossistemas irão exigir diferentes sistemas de manejo, que contribuirão para uma maior produtividade das culturas sem a degradação do meio ambiente.

Os Podzólicos, apesar de mais férteis ocupam os relevos mais acidentados na paisagem com alta susceptibilidade à erosão, não sendo, portanto, os solos mais recomendados para uma exploração agrícola intensiva, pelo menos por enquanto.

As Areias Quartzosas, por serem solos distróficos e álicos, com menos de 0,5% de carbono no horizonte A e menos de 0,2% de carbono no horizonte B (Adamoli et al. 1986), o seu uso intensivo, principalmente para cultivos anuais, deveria ser visto com bastante reserva. As pastagens e o reflorestamento, sob um ponto de vista conservacionista, seriam as melhores opções para o seu uso.

Os Latossolos ocupam, na paisagem, posição de relevo suave ondulado (3 a 8% de declividade), sendo, portanto, mecanizáveis e, em sua maioria, são solos distróficos, porém com propriedades físicas bastante adequadas para a sua utilização. Quanto às propriedades físicas,

¹ Palestra proferida no I Simpósio sobre Manejo e Conservação do Solo, Goiânia, 1990.

² Eng^o-Agr^o, PhD, EMBRAPA - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC). Caixa Postal 700023 - 73.3001 - Planaltina, DF.

³ Eng^o-Agr^o, M. Sc., EMBRAPA - CPAC

os Latossolos são altamente porosos, cerca de 70%, porcentagem da qual metade é constituída por macroporos e a outra metade por microporos. Em termos de disponibilidade de água, os Latossolos retêm apenas cerca de 1 mm de água para cada cm de solo. Além disso, esta água fica retida principalmente nos microporos dos agregados do solo, ou seja, a disponibilidade de água no solo depende da estrutura. Esta é a razão da curva de retenção da água dos Latossolos ser uma curva exponencial nas tensões menores do que 1 bar (Figura 1), após o qual ela fica assintótica ao eixo dos x. A razão disso é que, após esta tensão, as forças de retenção de água agora dependem mais da atração da água pelas partículas, e não mais, da estrutura, como é o caso de tensões menores do que 1 bar.

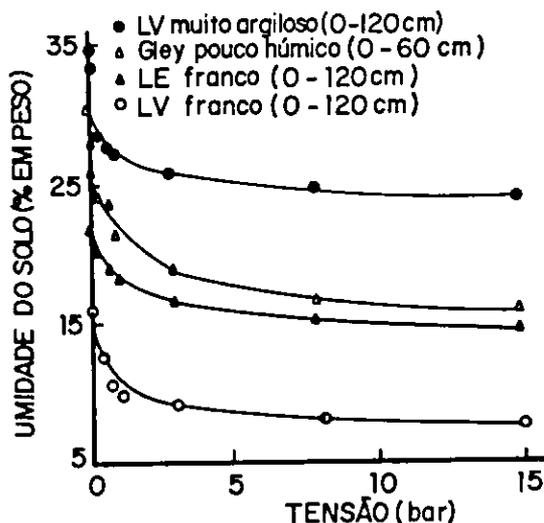


FIG. 1. Curvas características de retenção de água em solos representativos dos Cerrados (EMBRAPA-CPAC, 1980).

Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1980).

Sabe-se que as partículas finas (argilas) dos Latossolos são constituídas, principalmente, de 63% de caulinita, 8% de gibsitita, 14% de óxidos de ferro (goetita e hematita) e 15% de vermiculita aluminizada para o Latossolo Vermelho Escuro (LE) e 31% de caulinita, 6% de gibsitita e

8% de óxidos de ferro (goetita) para o Latossolo Vermelho Amarelo (LV), ambos do CPAC (Silva 1986). A variação desses percentuais não está relacionada nem com a textura, nem com as cores desses Latossolos segundo Weaver (1974), que verificou ainda que a diferença entre esses dois Latossolos está na natureza dos óxidos de ferro cristalinos observados pelo raio-X: o LE apresenta picos de goetita ($F_2O_3 \cdot H_2O$) e hematita (F_2O_3), enquanto o LV apresenta picos de goetita, mas nenhum de hematita. Segundo Machenzie (citado por Cavalcante 1977), a hematita possui cores fortemente vermelhas, e a goetita, finalmente dividida, tem as cores amareladas. A composição mineralógica também não varia com a profundidade. Por causa desse tipo de mineralogia, é baixa a densidade de carga negativa desses solos, conseqüentemente, a CTC é baixa, não havendo retenção de água na superfície das partículas, o que vem a explicar a forma da curva de retenção de água paralela ao eixo dos x.

2. A MATÉRIA ORGÂNICA DOS SOLOS DA REGIÃO

O teor de matéria orgânica (M.O.) desses solos no estado virgem é bastante alto, cerca de 5,0%. Em trabalhos feitos por Mendes, citados por Resck (1981) mais de 58,1% das amostras de solos analisadas estão entre 1,81% e 2,60% de M.O. o que é um teor considerado médio.

A M.O. com uma CTC aparente de 280 meq/100 g de solo contribui definitivamente para a formação e estabilidade dos agregados, refletindo no aumento da capacidade de retenção de água no solo e no aumento de sua disponibilidade.

Apesar dos teores de matéria orgânica serem bons, em solos virgens a atividade desta matéria orgânica é baixa (Resck 1986), aumentando significativamente com a correção do pH e do nível de nutrientes do solo.

A atividade da matéria orgânica aumenta com o processo de decomposição. Segundo Stevenson (1982), vários estágios podem ser destacados no processo de decomposição. Primeiramente as minhocas e outros animais do solo reduzem o tamanho do material fresco que é deixado no solo. As outras transformações advirão das enzimas produzidas pelos microorganismos. Na fase inicial do ataque microbia-

no, substâncias facilmente decompostas são perdidas. Os microorganismos podem usar para a síntese de suas células de 10 a 70% de carbono do substrato adicionado. As proteínas, amido e celulose são consumidas por bactérias e bolores que formam esporos, liberando subprodutos como NH_3 , H_2S , CO_2 , ácidos orgânicos e algumas outras substâncias parcialmente oxidadas. Posteriormente, a biomassa recém-criada e outras substâncias intermediárias são atacadas por uma ampla variedade de microorganismos, com perdas de C como CO_2 e produção de nova biomassa. O estágio final de degradação é caracterizado por uma decomposição gradual de materiais mais resistentes das plantas, tais como as ligninas. Nesta fase, os actinomicetos e fungos participam ativamente.

Acredita-se que a matéria orgânica está contida em três reservatórios no solo:

1º) Lável ou prontamente disponível, que é composto por material de planta - folhas, raízes, caules, passíveis de serem decompostos, como também o material resistente e a biomassa microbiana. Normalmente, o tempo de residência desta fração no solo é menor do que 25 anos.

2º) A matéria orgânica fisicamente protegida (POM), que é aquela porção da matéria orgânica associada com o agregado de maneira a ser inacessível ao ataque dos microorganismos. O tempo de residência desta fração no solo está entre 25 e 100 anos.

3º) A matéria orgânica quimicamente protegida (COM), acredita-se ser derivada de componentes de plantas parcialmente decompostos (unidade fenilpropanóides de lignina) e microorganismos (polifenóis e aminoácidos), os quais combinam (através da formação de quinonas) para formar compostos que são resistentes à decomposição. Pode se ter ainda, ligações como argila - (Al, Fe) - M.O. - (Al, Fe) - argila, cujo tempo de residência no solo está entre 100 a 3500 anos (Figura 2).

As raízes e hifas estabilizam os macroagregados, que são agregados maiores do que 0,25 mm de diâmetro. A macroagregação é controlada pelo manejo que se dá ao solo através de práticas como rotação de culturas. Isto porque a rotação influencia o crescimento das raízes das plantas e a oxidação (perda) do carbono orgânico. O sistema de preparo é também um importantíssimo fator na manutenção

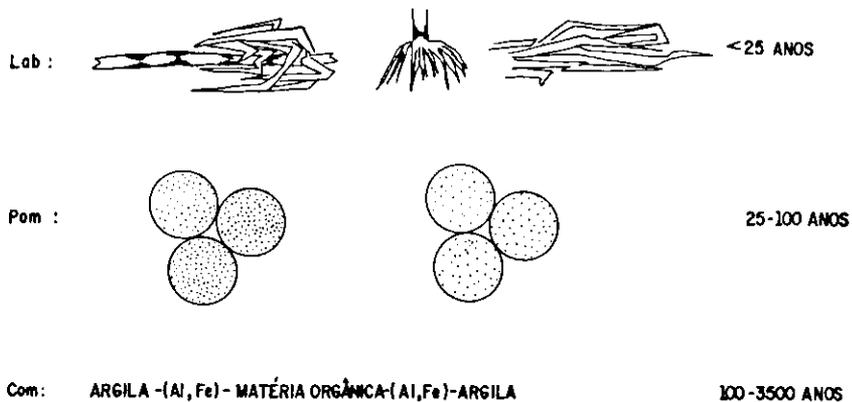


FIG. 2. Reservatórios da Matéria Orgânica no solo.

Fonte: Resck et al. (1988).

desses agregados. Implementos como rotovalor e grade pesada quebram a estrutura do solo, expondo a matéria orgânica ao ataque dos microorganismos e causando, como consequência, a perda do carbono do solo, como CO_2 . Com a falta de carbono e com a estrutura destruída, a infiltração da água no solo é prejudicada e o solo não resiste ao impacto de gotas de chuva, iniciando-se assim o processo de erosão.

3. EFEITO DA ROTAÇÃO DE CULTURAS E DOS SISTEMAS DE PREPARO NA M.O.

Nesta região, um fator que agrava a suscetibilidade à erosão é o fato de que o preparo do solo se inicia em julho, e vai até novembro. O solo assim pulverizado, com sua estrutura destruída, estará mais sujeito à ação erosiva da chuva (Figura 3), medido pelo fator chamado de EI_{30} (este fator é o produto da energia cinética da chuva pela sua intensidade máxima em 30 minutos). Além disso, a água não tem como ser retida no solo e ser disponível às plantas se a estrutura é destruída.

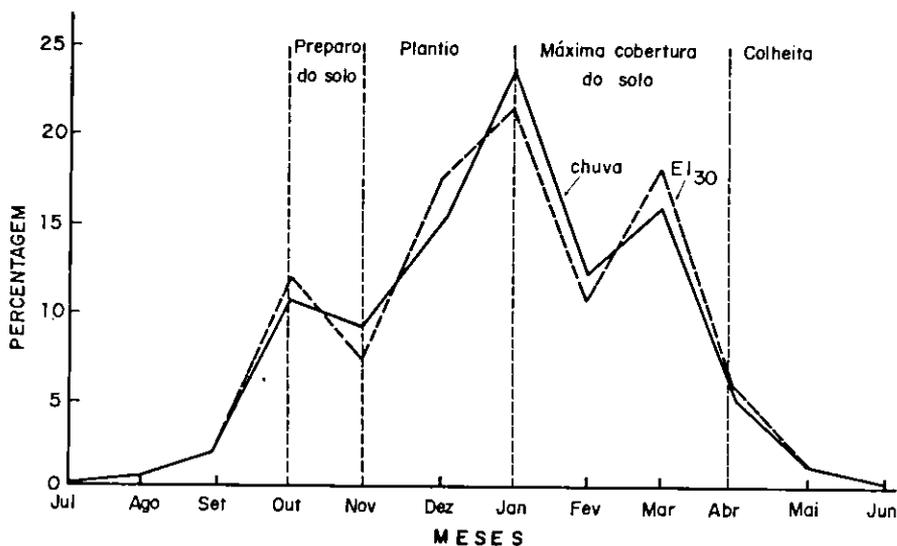


FIG. 3. Distribuição percentual da chuva e do fator EI_{30} (erosividade da chuva) na região dos Cerrados.

Fonte: Dedecek et al. (1986).

A água, como foi dito anteriormente, está retida essencialmente nos microporos do solo. Por outro lado a estabilidade da água nos microagregados ($< 0,25$ mm) depende da persistência dos agentes orgânicos de ligação, e isto parece ser uma característica do solo independente do manejo (Tisdall; Oades 1982). A quebra da estrutura do solo pelo mau preparo provoca a perda da matéria orgânica pela destruição de sua proteção física (POM), expondo-a ao ataque microbiano. Ecossistemas não-perturbados, como Cerradão virgem (CV), pastagem bem manejada (PAST) e áreas reflorestadas com eucalipto (EUC), por exemplo, são ambientes altamente conservadores da estrutura do solo e, portanto, da matéria orgânica. Um campo de adubos verdes (AV) que produz em média 10 t/ha ano de matéria seca, porém preparado com rotovalor perde rapidamente sua matéria orgânica porque este implemento destrói os agregados do solo. Conforme ilustra a Figura 4, o percentual de agregados > 2 mm medido nas profundidades de 0-5 cm e 20-30 cm caiu de 85% em média, naqueles ambientes não-perturbados (Cerradão, pastagem e eucalipto), para menos de 45% no campo de adubos verdes preparado com rotovalor. O percentual de agregados $< 0,1$ mm da área plantada com adubos verdes é, no entanto, maior do que o daqueles ambientes não-perturbados, confirmando a maior quebra dos agregados por aquele implemento. A ênfase que se pretende dar é que 2,8% de M.O. em 85% de agregados no Cerradão apresenta um reservatório de M.O. muito maior do que a área com adubos verdes (2,3% de M. O. em 45% de agregados), conforme ilustra a Figura 5.

Uma rotação de culturas, principalmente entre gramíneas e leguminosas, é benéfica não só nos aspectos químicos, físicos e microbiológicos do solo, mas também no aspecto de controle de doenças, pragas e ervas daninhas. A matéria orgânica seria beneficiada não somente pela adição de restos culturais (\pm 58% de carbono), mas também pela ativação da matéria orgânica, isto é, pelo aumento da CTC. Os ganhos de adição de carbono ao solo diferem com os tipos de culturas e com as sequências usadas na rotação. Uma série de resultados de pesquisa internacional permite assumir que 60% do carbono é a porcentagem perdida no primeiro ano, e apenas 20% do carbono adicionado permanecem no solo após 5 anos de incorporação dos

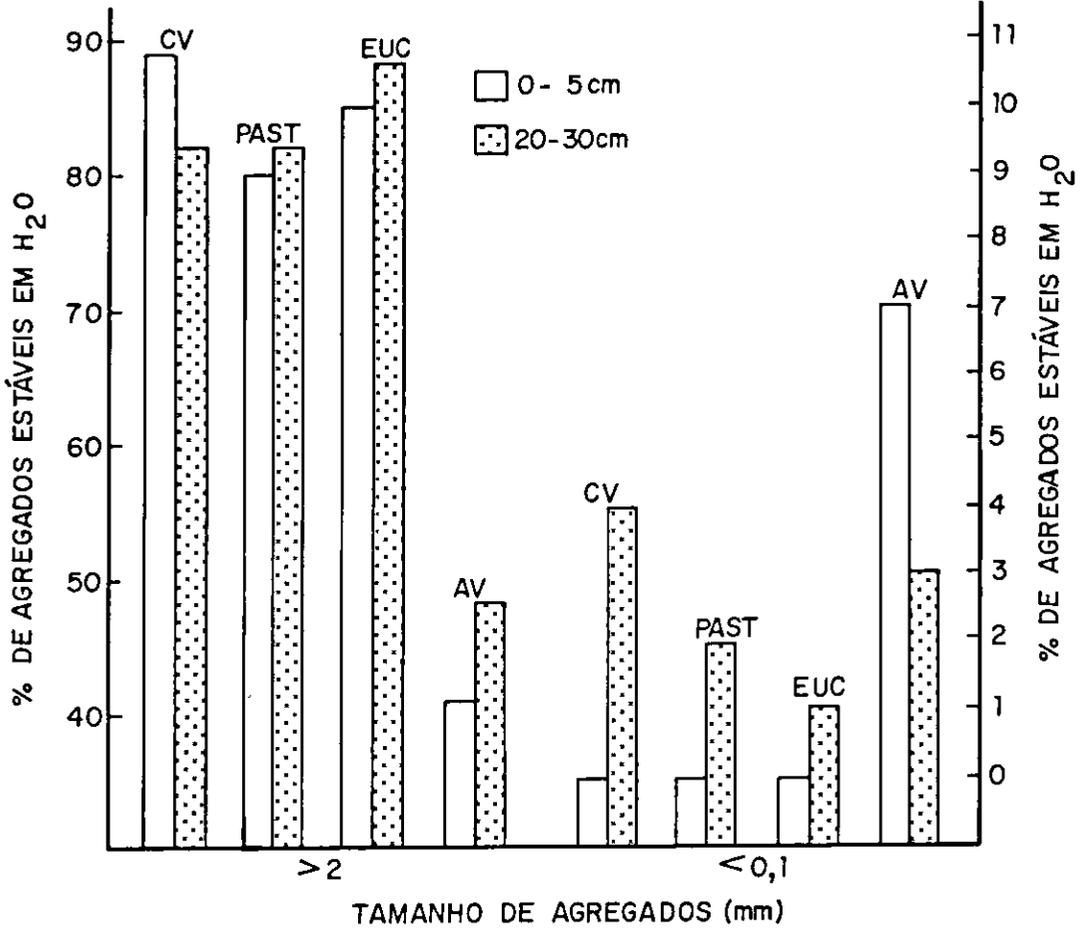


FIG. 4. Porcentagem de agregados estáveis em água nos ecossistemas e agrossistemas de um LE argiloso da região dos Cerrados.
 Fonte: Resck et al. (1988).

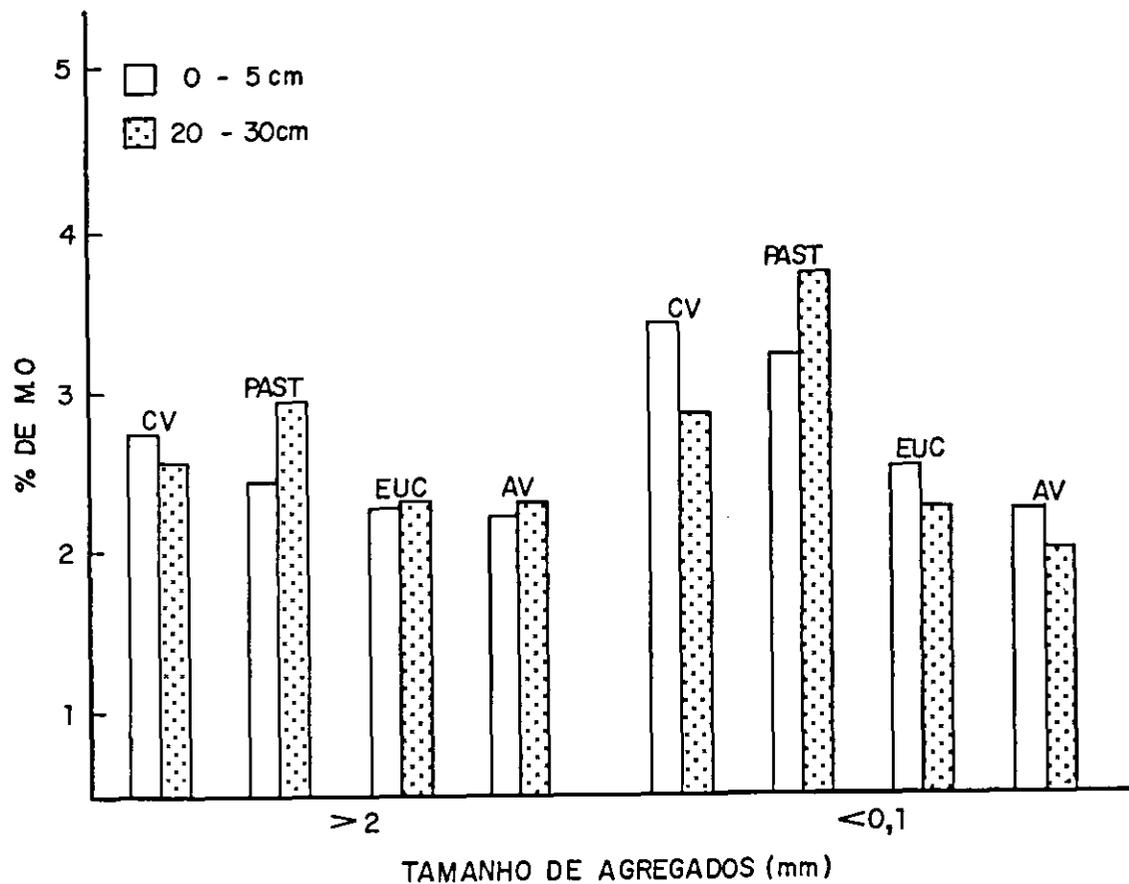


FIG. 5. Teor de matéria orgânica nos ecossistemas e agrossistemas de um LE argiloso da região dos Cerrados.
Fonte: Resck et al. (1988).

restos culturais. Assim, em duas rotações conduzidas por 10 anos, uma de soja (S) e milho (M) e outra de arroz (A) e milho (M), com as seguintes seqüências: S-S-M-M-S-S-M-M-M-S e A-A-M-M-A-A-M-M-M-A, respectivamente, pode-se calcular as quantidades de carbono adicionadas ao solo pelos dois sistemas. As rotações consideradas neste exercício foram implantadas em um solo argiloso (teor de argila > 35% e < 60%) e, para efeito de cálculo, foram considerados os seguintes índices e valores:

Cultura	Relação palha/grão	Grãos kg/ha	Palha kg/ha	Relação C/N na colheita
Soja	1,5	2.000	3.000	40:1
Milho	1,0	6.000	6.000	40:1
Arroz	2,0	2.000	4.000	40:1

Percentagem de carbono na matéria seca = 58%

Soja: $3000 \times 0,58 = 1740$ kg de carbono adicionado por hectare/ano. 60% é a porcentagem perdida no 1º ano = $1740 - (1740 \times 0,60) = 696$ kg de carbono ficam no solo por hectare por ano. Como apenas 20% do carbono adicionado ficam no solo, no 5º ano = $696 - (696 \times 0,50) = 348$ e assim sucessivamente, de modo que, em 10 anos, teríamos simplificadaamente $348 \times 4 + 696 = 2088$ kg/ha.

Fazendo os mesmos cálculos para o milho teríamos, no período de 10 anos, 5568 kg de carbono adicionados por hectare.

Para o arroz, seriam adicionados 3248 kg de carbono por hectare, em um período de 10 anos. Pode-se ver que as gramíneas adicionam muito mais carbono ao solo e como a soja tem bactérias fixadoras de nitrogênio, o ambiente é muito mais propício para a decomposição da matéria orgânica, ou seja, do carbono. Em termos de porcentagem de matéria orgânica teríamos, para a rotação arroz-milho, um crescimento da ordem de 0,76% (fator de conversão de C para M. O. = 1,723). No caso de rotação de soja-milho, haveria um incremento da ordem de 0,66% num período de 10 anos.

Quando uma área virgem de Cerrado ou Cerradão é derrubada, somente a perturbação do solo é suficiente para se iniciar a decomposição da matéria orgânica. Com a calagem e adubação de correção, a perda é ainda maior. Assim, supondo-se que os dois sistemas de rotação tenham sido implantados em área com teor inicial de M. O. igual ao de uma área de eucalipto (Tabela 1), e considerando-se a média de M. O. (2,38%) das duas profundidades estudadas (0-5 e 20-30 cm) como ponto de partida, teria ocorrido uma perda de 0,03% para a rotação soja/milho e de 0,13% para a rotação arroz/milho. A razão da diferença desse resultado com o cálculo anterior, é que a produtividade do arroz foi bem abaixo dos 2000 kg/ha considerados no cálculo. A questão é, por que a M. O. não aumentou em 0,76% e 0,66% para as rotações arroz-milho e soja-milho respectivamente, conforme os cálculos efetuados? A explicação é muito simples. Durante esses 10 anos de rotação, o preparo do solo foi feito com grade pesada que destrói os agregados, causando a quebra do POM do solo, onde a matéria orgânica está protegida, expondo-a à decomposição. Conforme mostra a Tabela 2, o percentual de agregados > 2 mm foi de apenas 20% e para agregados $< 0,1$ mm de 3% enquanto que, em áreas não-perturbadas, os agregados > 2 mm correspondem a 85% em média. Em Latossolos muito argilosos ($> 60\%$ de argila), pode ocorrer o mesmo, se o implemento de preparo for a grade pesada. Na Figura 6, observa-se o que ocorre com a matéria orgânica do solo, quando se corta a vegetação de Cerrado, cultiva-se dois anos com arroz e, depois, a cultura de soja por 8 anos. O incremento no teor de M.O. do solo nos dois primeiros anos não poderia ser explicado somente pela incorporação de restos culturais de arroz, como sabemos. Há dois fatores que contribuíram para isto: o grande volume de raízes de vegetação natural de Cerrado que se tornou disponível ($\cong 22$ t/ha de matéria seca ou 12,8 t/ha de carbono) e a não-correção do solo com calcário, fósforo e potássio. O arroz, além de ser uma cultura desbravadora, de alto risco em relação ao veranico, é uma cultura que deixa no solo uma alta quantidade de resíduos orgânicos.

Com a entrada da soja no 3º ano, houve queda significativa no teor de M. O. do solo. A razão disto é a soja ser uma cultura exigente quanto a acidez e níveis de nutrientes, promover a simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio do ar e não devolver ao solo muito

TABELA 1. Teor de matéria orgânica dos diversos ecossistemas estudados.

Ecosistema	Profundidade CM	Teor de M.O. na amostra >2 mm % ± desvio padrão
	0-5	5.19 ± 0.62
Cerradão	20-30	2.88 ± 0.38
	0-5	3.54 ± 0.25
Braquiária	20-30	2.46 ± 0.26
	0-5	2.78 ± 0.18
Eucalipto	20-30	1.98 ± 0.10
	0-5	2.09 ± 0.18
Adubos verdes	20-30	2.01 ± 0.06
	0-5	2.4 ± 0.14
Rotação soja/milho	20-30	2.3 ± 0.0
	0-5	2.4 ± 0.14
Rotação arroz/milho	20-30	2.1 ± 0.07

Fonte: Resck et al. (1988).

TABELA 2. Efeito da rotação de culturas e do sistema de preparo nos percentuais de matéria orgânica e tamanho de agregados.

Cultura	Arroz				Soja				
	1		4		1		4		
Calagem									
Palha	-	+	-	+	-	+	-	+	

Fração (mm)	Teor de matéria orgânica (%)								% de agregados
	> 2,0	2,04	2,02	2,18	2,46	1,96	2,47	2,07	
< 0,1	2,94	3,51	3,12	4,03	2,43	3,73	3,09	3,86	03 ± 0,5

Arroz = A - A - M - M - A - A - M - M - M - S

Soja = S - S - M - M - S - S - M - M - M - S

Fonte: Resck et al. (1988).

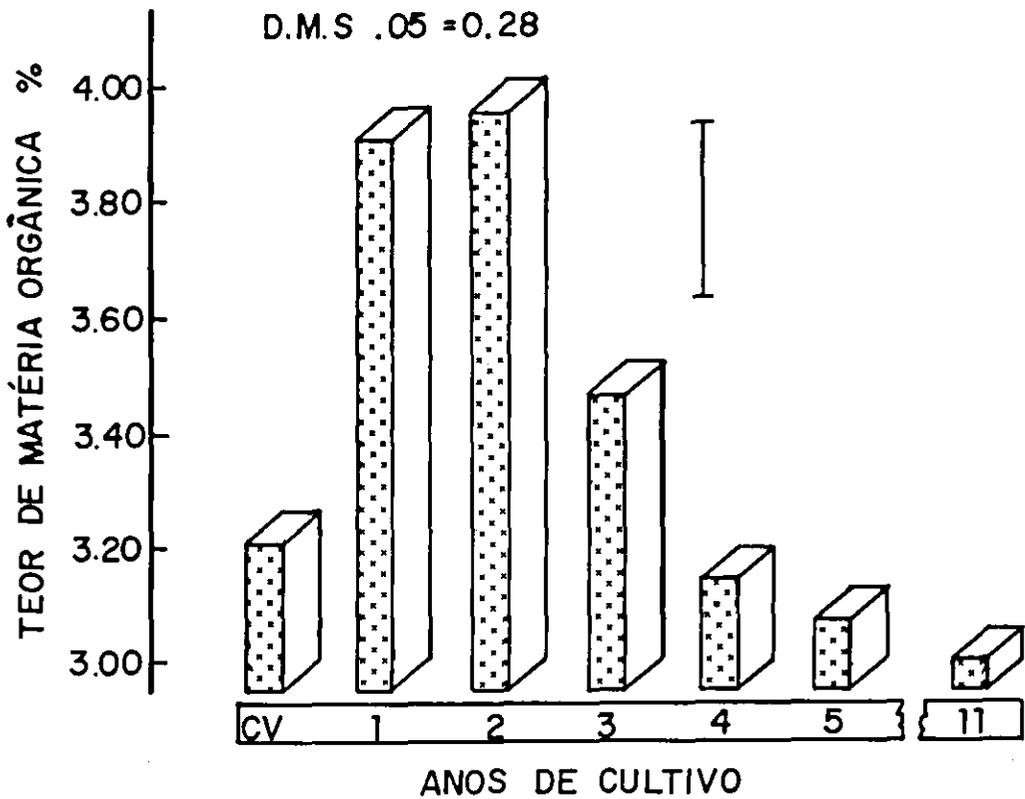


FIG. 6. Efeito dos anos de cultivo de soja nos teores de matéria orgânica de um LV muito argiloso da região dos Cerrados.
Fonte: Rescki; Pereira (1980).

carbono, pelos cálculos já demonstrados. Houve queda nos teores de matéria orgânica, mas a atividade aumentou, o que está indicado pelo aumento do índice de agregação do solo (Figura 7) até o 5º ano. A partir daí, o índice de agregação, que é dado pela fórmula $\frac{AT - AN}{AT} \times 100$ (AT = argila total e AN = argila natural), caiu acentuadamente de cerca de 90% para 45%. O efeito do implemento se torna evidente, pois a grade pesada pulveriza o solo, expondo a M. O. à decomposição pelos microorganismos. A matéria orgânica é um dos principais fatores de ligamento dos agregados. Com a sua perda, mais argila se dispersa

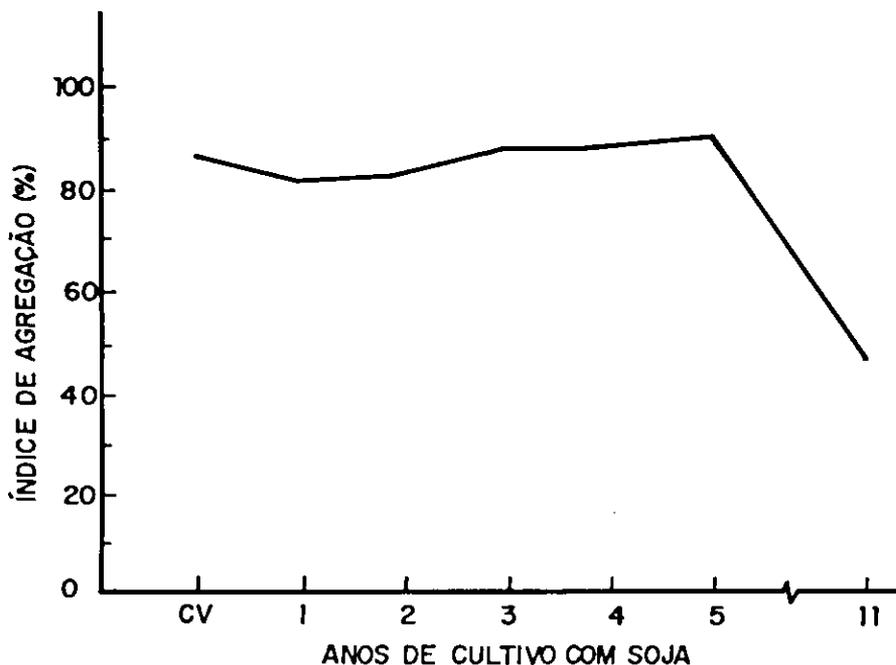


FIG. 7. Efeito dos anos de cultivo de soja nos índices de agregação de um LV muito argiloso da região dos Cerrados.
Fonte: Resck; Pereira (1980)

na solução do solo. O peso do implemento se faz sentir a 12-15 cm de profundidade no solo, formando uma camada compactada, que é selada pela descida da argila da camada mais superficial do solo.

Os agregados > 2 mm na profundidade de 0-5 cm dentro da zona de ação da grade pesada representaram somente 62% e 8% em média distribuída nos agregados 1, 0,5, 0,25, 0,1 e $< 0,1$ mm (Figura 8). Na profundidade de 20-30 cm, onde a grade pesada não atinge, 92% dos agregados são > 2 mm e 2% apenas em média nos outros tamanhos. Vê-se que há uma constante queda no teor de matéria orgânica do solo após o 2º ano de cultivo com a soja, a taxas pequenas e mais ou menos constantes, embora estas não sejam significativas. Neste solo, por ser muito argiloso, com 80% de argila, há uma resistência natural à rápida decomposição, pois seus agregados não se quebram muito mais do que 30% em tamanhos menores do que 2 mm apenas com a ação da grade pesada, o que faz com que não haja uma decomposição mais acelerada da matéria orgânica.

Em função do uso inadequado de implementos, o grau de compactação desse solo tem sido muito alto, a ponto de, em apenas meia hora de chuva, o solo ficar encharcado e ocorrer erosão, apesar da declividade ser de apenas 3%.

Pode-se esperar que estes problemas ocorram com maior intensidade nas Areias Quartzosas que, não têm estrutura, como o próprio nome está dizendo. A monocultura da soja nestes solos, pelo exposto, pode levar o agricultor à falência já no 3º ano de cultivo. Existem áreas enormes de Areias Quartzosas na região dos Cerrados, ocupando, na paisagem, posições com relevo plano e suave ondulado que podem ser utilizadas. Entretanto, observando-se os princípios que foram enfatizados neste trabalho, pode-se cultivar esses solos, com o mínimo de degradação ambiental.

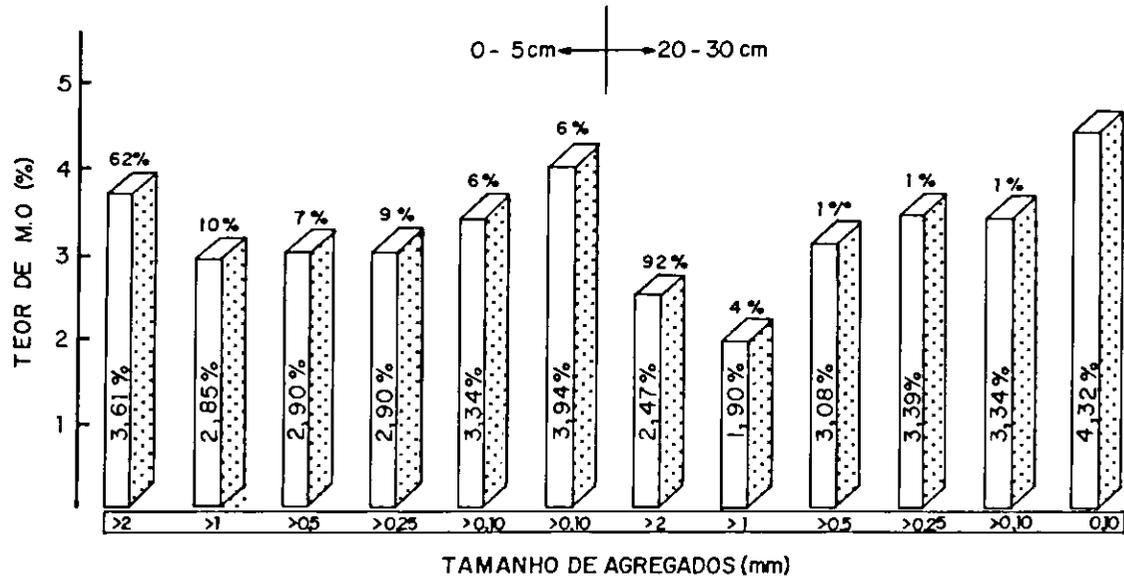


FIG. 8. Efeito dos anos de cultivo de soja nos tamanhos dos agregados e nos teores de matéria orgânica de um LV muito argiloso da região dos Cerrados.
Fonte: Resck; Pereira (1980).

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADÁMOLI, J.; MACEDO, J.; AZEVEDO, L. G.; NETTO, J. M. Caracterização da região dos Cerrados. In: GOEDERT, W. J.; ed. Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo. Planaltina: EMBRAPA-CPAC/São Paulo: Nobel, 1985. p.33-74.
- CAVALCANTI, A. C.. Estudo de Latossolos argilosos do Planalto Central do Brasil: caracterização, distinções de acordo com duas superfícies de aplainamento, gênese e classificação. Rio de Janeiro: UFRJ, 1977. 186p. Tese Mestrado.
- DEDECEK, R. A.; RESCK, D. V. S.; FREITAS JÚNIOR, E. de. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em Latossolo Vermelho-Escuro dos Cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. **R. bras. Ci. Solo**, 10:265-272, 1986.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados Planaltina, DF. **Rel. Téc. Anu. Cerrados, 1978-1979**. Planaltina, 1980. v4. 172p.
- RESCK, D. V. S.; PEREIRA, J. Efeito de onze 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. 1980. Brasília. Resumos... Brasília: SBCS, 1980. p. 16.
- RESCK, D. V. S. Effect of crop residues and liming on soil physical and chemical properties of Tropical and Temperate soils. West Lafayette: Purdue University, 1986, 264p. Tese Doutorado.
- RESCK, D. V. S. Parâmetros físicos dos solos da região dos Cerrados. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1981. 17p. (EMBRAPA-CPAC. Boletim de Pesquisa, 2).
- RESCK, D. V. S.; SILVA, J. E. da; PEREIRA, J. Comportamento da matéria orgânica em diversos ecossistemas dos Cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 7. 1988. João Pessoa. **Resumos...** João Pessoa: SBCS, 1988. p. 43.
- SILVA, J. E. da; RESCK, D. V. S. Respostas fisiológicas da soja ao déficit hídrico em dois solos de Cerrado. **Pesq. Agrop. bras.**, 16(5): 669-675, 1981.

- SILVA, J. E. Hydrothemally treated potassium feldspar as a source of potassium to plants. Raleigh: North Carolina State University, 1986. 129p. Tese Doutorado.
- STEVENSON, F. J. Humus chemistry. New York: John Wiley and Sons, 1982. 443p.
- TISDALL, J. M.; OADES, J. M. Organic matter and water- stable aggregates in soils. **J. Soil Science**, **33**:141-163, 1982.
- WEAVER, R. M. Soils of the central plateau of Brazil. Chemical and mineralogical properties. Ithaca: Cornell University, 1974. Agronomy Mimeo - 74-8.