

O PLANTIO DIRETO COMO ALTERNATIVA DE SISTEMA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA NA REGIÃO DOS CERRADOS

Dimas Vital Siqueira Resck⁽¹⁾

⁽¹⁾ Eng. Agrônomo, PhD, pesquisador da EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF, CEP 70.331-970, e-mail: dvsresck@cpac.embrapa.br

Introdução

As populações do Brasil e mundial estão crescendo a taxas que colocam, respectivamente, cerca de 28 mil e 46 milhões de pessoas, anualmente, neste planeta, que tem de ser devidamente alojadas e alimentadas. Contrastando com o aumento crescente da população, os recursos naturais, com destaque para o solo e a água, são limitados. Há, portanto, uma necessidade premente de aumentar a produtividade de grãos, carne, madeira e fibra, sem que se comprometa esses recursos.

O desafio torna-se ainda maior, quando se verifica que as migrações dessas populações, ocorrem, preferencialmente no Brasil, em direção às zonas urbanas, que se tornam então, grandes centros consumidores de alimentos e água, com o agravante, que estes têm que ser de boa qualidade. Apesar de haver muita água no planeta, 97% constitui-se de água salgada e apenas 3% de água doce. Destes 3%, 52% está nos lagos, 38% no solo, 8% na atmosfera, 1% nos organismos vivos e 1% nos rios. Cerca de 20% dos rios do planeta ocorre em território brasileiro.

Representando 24% do território nacional, a região dos Cerrados é constituída, principalmente, por terras da região Centro-Oeste. Esta é cortada por importantes bacias hidrográficas, com destaque em área para as bacias hidrográficas do Tocantins-Araguaia (32,24%), Amazônica (32,05%), Paraguai (18,4%), Paraná (17,10%) e São Francisco (0,22%).

Nas últimas décadas a atividade agrícola na região tem sido praticada utilizando-se diversos sistemas de manejo, caracterizados, principalmente, pelo alto grau de perturbação do solo, com impactos negativos no meio ambiente.

O objetivo deste artigo é demonstrar, diante da importância dessa região no contexto nacional e mundial, quais seriam os melhores sistemas de manejo para otimizar a produção agrossilvipastoril sem degradar o meio ambiente e qual seria o papel do sistema de plantio direto nesse contexto.

Restrições da oferta ambiental

Ocupando uma área de 207 milhões de hectares, a região dos Cerrados é constituída principalmente por terras da região Centro-Oeste, situada entre os paralelos 0° e 24° S e entre os meridianos 41° W e 71° W. Sua faixa contínua abrange totalmente os estados de Goiás e Tocantins, grande parte dos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, parcialmente, os estados da Bahia, Piauí, Maranhão e Rondônia, apresentando manchas isoladas no estado de Roraima.

Fisionomicamente, segundo Goodland (1971), os vários tipos de Cerrados são classificados segundo um gradiente de biomassa, distinguindo-se quatro tipos, da menor a maior biomassa: Campo Limpo ou Sujo, Campo Cerrado, Cerrado e Cerradão.

Ecologicamente, segundo Adámoli et al. (1986), três fatores determinam a presença dos Cerrados: a alta acidez, a baixa fertilidade do solo e o clima estacional. Havendo compensações hídricas ou edáficas, os Cerrados são substituídos por mata de galeria no primeiro caso e matas mesofíticas no segundo (Adámoli & Azevedo, 1983).

Solos

O relevo das principais classes de solos: as areias quartzosas (15,2% da região), latossolos (46%) e os podzólicos (15,1%) é plano, suave ondulado e ondulado respectivamente, dispostos em chapadas (maior altitude, ao redor de 1100 m) e nas encostas inferiores (entre 300 e 1000 m). A região apresenta uma altimetria diversificada: aproximadamente, 22% da superfície está abaixo de 300 metros, 73% entre 300 e 900 metros e somente 5% acima de 900 metros (Adámoli et al., 1986).

Os podzólicos ocupam na paisagem posições de relevo ondulado, sendo muito comuns declividades de 12%, o que dificulta, de certa maneira, o seu cultivo mecanizado. São solos muito susceptíveis à erosão hídrica, por possuírem um horizonte A arenoso e um B textural.

Dos latossolos destacam-se a topografia suave ondulada que facilita a mecanização, a baixa saturação por bases, alta acidez e alta saturação de alumínio (acima de 50%). Os teores de fósforo são sempre muito baixos com forte adsorção à superfície dos minerais do solo, o que resulta em baixa disponibilidade para as plantas. Sua baixa capacidade de troca (CTC) advém da predominância de gibsitita e óxidos hidratados de ferro e alumínio sobre a caulinita na maioria das vezes (Resck et al., 1991). Os teores de matéria orgânica (MO) variam de 0,9% a 4,14% nas camadas superficiais, embora esta seja de baixa atividade (Resck, 1981). Apesar de sua alta porosidade (de mais de 60%) e alta infiltração (de cerca de 14 a 20 cm/h), há problemas sérios de erosão se o solo for mal manejado, como demonstra trabalho feito por Dedecek et al. (1986), indicando perdas de 53 t/ha ano em um latossolo vermelho-escuro argiloso com 5% de declividade. Isso significa uma perda de 5,3 mm da camada arável por ano.

Outra importante classe de solo que está sendo bastante cultivada pela sua topografia plana são as areias quartzosas, que têm menos de 15% de argila e mais de 80% de areia. São solos, geralmente, com cerca de 1% de matéria orgânica e bastante problemáticos com respeito à disponibilidade de água para as plantas e muito susceptíveis às erosões hídricas e eólicas. Esses solos são bastante comuns na região Oeste da Bahia, Norte de Goiás, Tocantins, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e têm sido cultivados intensamente com grade pesada e monocultura de soja (Resck et al., 1991).

Particular atenção deve ser dada aos problemas de alta concentração de alumínio (Al) e baixos teores de cálcio (Ca) no perfil dos solos sob vegetação de Cerrados, os quais inibem o crescimento das raízes (Pavan et al., 1987; Ritchey et al., 1983) prejudicando a absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, a produtividade das culturas (Silva & Resck, 1996). De modo geral, os teores de nutrientes são muito baixos como também a saturação por bases, e alta a saturação de alumínio em todo o perfil do solo (Quadro 1).

Em algumas situações, como no caso do latossolo vermelho-amarelo, a saturação de alumínio é alta até 50 cm de profundidade, que é a camada explorada por quase 100% do volume das raízes e zero após esta profundidade. Portanto, não se fazendo uma correção química em profundidade, as raízes irão explorar um volume de solo muito pequeno. A implicação direta disso é que os latossolos, retendo cerca de 1

mm de água por cm de solo e as areias quartzosas, apenas 0,4 mm, as plantas não terão água suficiente para suprir as taxas de evapotranspiração que são, em média, ao longo do ano, 5 mm/dia \pm 0,81 mm/dia. A aplicação de calcário e de gesso agrícola na camada superficial do solo tem sido utilizada com sucesso para corrigir a acidez e aumentar o teor de Ca nas camadas subsuperficiais (Sousa et al., 1992a)

A incorporação só de calcário neutralizará os efeitos da toxidez de Al e suprirá a deficiência de Ca nas camadas subsuperficiais do solo, somente após alguns anos; mesmo assim com doses relativamente altas de calcário (Sousa & Ritchey, 1986).

A movimentação do Ca, no perfil, possibilita melhor distribuição do sistema radicular em profundidade (Figura 1). A dose de 4 t/ha de gesso promoveu a redistribuição de raízes até a profundidade de 75 cm, enquanto na testemunha (0 t/ha), o sistema radicular ficou restrito à camada de 0 a 45 cm. A incorporação profunda de fósforo também promoveu o crescimento radicular da soja (Kawasaki et al., 1980).

Quadro 1. Propriedades químicas de dois latossolos mais representativos em área da

região dos Cerrados.

Horizonte		pH (H ₂ O)	Al	H	Ca+Mg	K	CTC	P	Sat. por bases (V)	Sat. de Al. (m)
Horizonte	Prof. (cm)	cmol.kg ⁻¹					µg.g ⁻¹	%		
LE										
Ap	00-10	4,9	1,9	7,8	0,4	0,10	10,2	2	5	79
A3	10-35	4,8	2,0	5,8	0,2	0,05	8,1	1	4	87
B1	35-70	4,9	1,6	5,2	0,2	0,03	7,1	-	4	84
B21	70-150	5,0	1,5	4,4	0,2	0,01	6,1	-	3	88
B22	150-260	4,6	0,7	2,7	0,2	0,02	3,6	-	6	78
LV										
A1	0-15	5,1	1,1	8,4	0,4	0,10	10,0	1	5	69
A3	15-35	5,3	0,5	5,3	0,2	0,06	6,1	1	5	63
B1	35-50	5,5	0,1	3,8	0,2	0,02	4,1	1	5	33
B21	50-120	5,6	0	2,6	0,2	0,01	2,8	1	7	0
B22	120-240	5,7	0	2,0	0,2	0,01	2,2	1	9	0

Fonte: EMBRAPA (1978)

Se o solo for corrigido superficialmente ou a pequenas profundidades, a quantidade de água disponível não será suficiente para as plantas resistirem aos veranicos (período > 8 dias sem chuva na estação chuvosa) bastante comuns na região. A probabilidade de ocorrência de veranicos com duração de dez dias é relativamente

alta (Assad et al., 1994; Silva et al., 1994), o que aumenta ainda mais os riscos de déficit hídrico.

Diante desses fatos é possível afirmar que não há, na região dos Cerrados, condições edáficas satisfatórias para que se estabeleça culturas anuais e perenes (café, por exemplo), em sistema de plantio direto, sem que essas restrições sejam sanadas.

Outro ponto a considerar é que em solos cultivados muitos anos com grade pesada, forma-se uma camada compactada a profundidade de 10 a 15 cm, com resistência do solo à penetração de raízes $> 15 \text{ kg/cm}^2$ (solo com água sob tensão entre 6 kPa e 100 kPa, isto é, friável). Um solo continuamente preparado com arado de discos também forma o chamado pé-de-arado, porém a profundidades maiores (20 a 25 cm), embora não destrua os agregados na mesma intensidade do que a grade pesada.

Clima

Azevedo & Caser (1980) identificaram quarenta sub-regiões climáticas na região dos Cerrados, as quais estariam sob as influências da Amazônia (quente e úmido), do Nordeste (quente e seco), Austral Atlântica (mais fria e úmida), Austral Continental (mais fria e seca) e área nuclear da região, com um clima típico, com médias anuais de 1555 mm de precipitação, temperatura máxima, 27°C , temperatura mínima, 16°C , média de 22°C e umidade relativa, média 70% (Embrapa, 1981a). A precipitação varia entre 1200 e 1600 mm anuais em 43,8% da região dos Cerrados e em quase 86% da região, chove entre 1000 e 2000. Há um período de déficit hídrico de 5 a 6 meses, que ocorre em 67,4% da região dos Cerrados; e de 4 a 7 meses, em 88,4% da superfície da região. Isto coloca a região em posição intermediária entre a

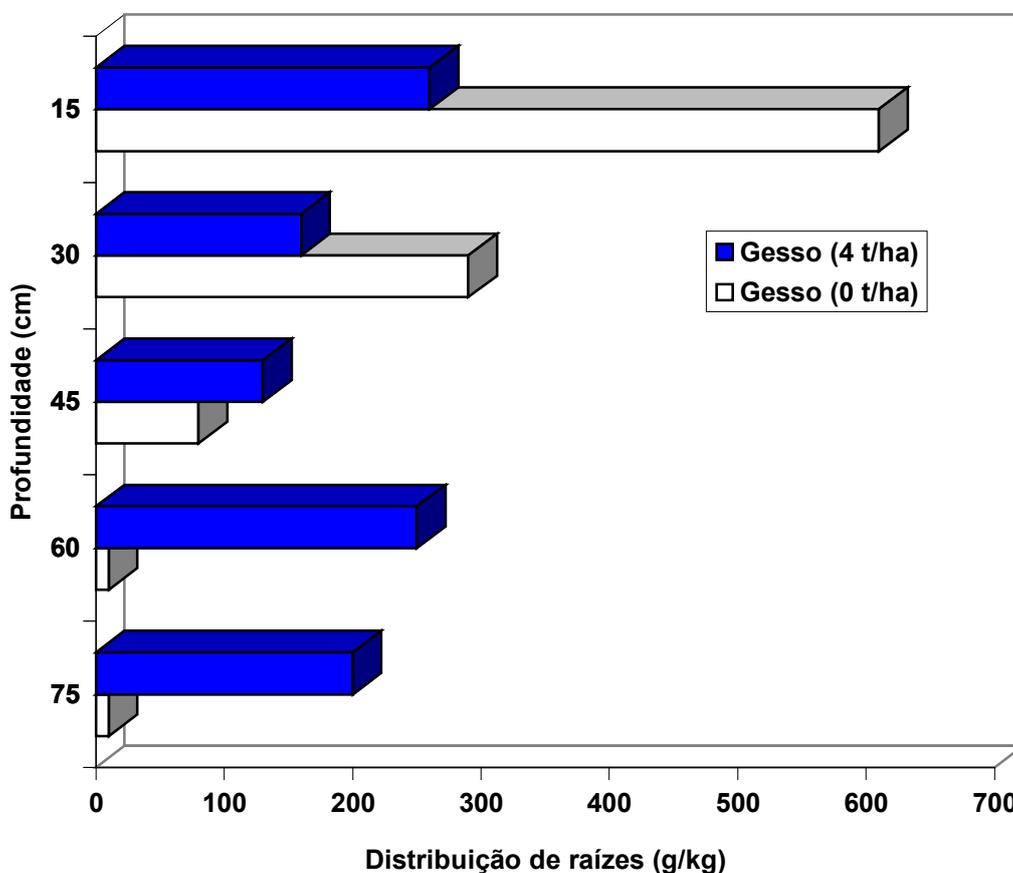


Figura 1. Efeito do gesso na distribuição de raízes de milho no perfil de um LE argiloso.

Fonte: adaptado de Sousa et al. (1992b).

Amazônia, onde o deficit é inferior a 3 meses, e a Caatinga, onde o deficit é de 7 a 8 meses ou mais (Adámoli et al., 1986). De modo geral, o volume total da precipitação pluviométrica da região dos Cerrados é mais do que suficiente para a realização de um a dois cultivos anuais. Entretanto, a distribuição dessa precipitação é irregular caracterizando-se em duas estações bem distintas: a chuvosa, que se estende de outubro a março e a seca, que se estende de abril a outubro (Adámoli et al., 1986). As chuvas são de alta intensidade e com grande capacidade erosiva, que aumenta concomitantemente com o desenvolvimento das culturas, sendo, portanto, bastante prejudicial nos primeiros estádios das culturas (Dedececk et al., 1986).

Os veranicos ocorrem, comumente, em fases críticas do desenvolvimento das plantas, como por exemplo, na floração, em que, o deficit hídrico causado pelo esgotamento da água do solo, pode ocasionar perdas consideráveis na colheita. A probabilidade de ocorrência desses veranicos foi calculada por Wolf (1977) baseado em 42 anos de informações obtidas em Formosa-GO. A probabilidade de ocorrer um veranico com duração de 8 dias é de 3 vezes ao ano e com duração de 22 dias ou mais uma vez a cada 7 anos. Por esta razão, recomenda-se que áreas destinadas ao estabelecimento do plantio direto tenham o perfil do solo corrigido química e fisicamente, porque, nessas condições, as plantas poderão desenvolver um sistema radicular mais denso e profundo, capazes de absorver água e nutrientes em maior volume de solo e assim resistir por mais tempo ao deficit hídrico (Silva & Resck, 1996).

O papel da matéria orgânica nas propriedades dos solos

O teor de matéria orgânica dos latossolos no estado virgem é de cerca de 3% , podendo atingir até 5% enquanto as areias quartzosas têm aproximadamente 1%. A matéria orgânica com uma CTC aparente de 280 cmol(+)/kg contribui significativamente para os seguintes processos que ocorrem no solo:

- 1) ao ser decomposta pela fauna e pelos microrganismos do solo os nutrientes são liberados para as plantas.
- 2) constitui uma importante fonte de alimento para os microrganismos do solo, principalmente carbono, de onde é retirada sua energia.
- 3) por ter carga altamente dependente do pH ela funciona como ponto de troca de íons.
- 4) tem propriedades físicas e químicas que facilitam a agregação com as partículas minerais, particularmente as argilas.
- 5) como consequência influencia na formação de agregados do solo que vai afetar a porosidade (quantidade e distribuição de tamanho de poros), que é, em última análise, quem vai armazenar a água que vem da chuva ou da irrigação.

A matéria orgânica está localizada no solo em reservatórios funcionais que são:

- a) ativo - compreende a biomassa microbiana e restos vegetais passíveis de serem decompostos livres no solo. O tempo de residência desta fração no solo é menor do que 25 anos na zona Temperada e menos do que 5 anos nos Trópicos.
- b) lento ou fisicamente protegido - matéria orgânica associada com o agregado do solo de maneira a ser inacessível ao ataque dos microrganismos. O tempo de residência desta fração no solo está entre 25 e 100 anos.

c) passivo ou quimicamente protegido - formado por compostos que são resistentes à decomposição (lignina e polifenóis) ou matéria orgânica ligada à superfície das argilas com ligações do tipo: argila - (Al, Fe) - M.O. - (Al, Fe) - argila. O tempo de residência dessa fração no solo está entre 100 e 3500 anos (Resck et al., 1991).

Os nutrientes são liberados na solução do solo pela atividade dos microrganismos no reservatório ativo, que ao mesmo tempo os protege das perdas para os horizontes mais profundos através da imobilização (Duxbury et al., 1989). O reservatório passivo aumenta a disponibilidade dos nutrientes através da criação de cargas das partículas do solo e aumenta a CTC do solo (Quadro 2).

A integração dos minerais do solo em unidades maiores de agregação (macroagregados=agregados > 0,25 mm de diâmetro) é devida principalmente às raízes, à atividade dos microrganismos (hifas, por ex.) e a interação de materiais recalitrantes da matéria orgânica do solo com os minerais do solo. O micélio dos fungos, os subprodutos de decomposição dos microrganismos e as mucilagens das raízes e da fauna do solo agrupam a fração mineral em agregados do solo que permitem maior infiltração e retenção de água, melhorando ainda a aeração e promovendo uma difusão de gás mais rápida (Woomer et al., 1994).

A biomassa produzida por um agroecossistema de culturas anuais em sistema convencional ou plantio direto, pastagem ou floresta, em um primeiro estágio, é triturada e, parcialmente, decomposta pelas minhocas, aracnídeos, cupins, formigas, etc., sendo, depois, completamente decomposta pela ação dos microrganismos, que liberam CO₂ através da respiração. Um sistema como o plantio direto (PD) que não perturba o solo tende a aumentar os reservatórios passivos, químicos e físicos, através da formação lenta de agregados no solo que, por sua vez, irão proteger a MO da decomposição e aumentá-la. Numa escala de intensidade de proteção: a pastagem > PD > escarificador > arado de aivecas > arado de discos > grade pesada > enxada rotativa.

QUADRO 2. Representação do modelo de compartimentalização da MO baseado na escala de idade e estabilidade dos componentes.

Reservatórios	Tempo de reciclagem	Controladores dos reservatórios
Não protegido		
BIO (Biomassa microbiana)	2,5 anos ± (Temperada) 0,25 anos ± (Trópicos)	Disponibilidade de substratos
LAB (Lábil)	20 anos ± (Temperada) 5 anos ± (Trópicos)	Adição de resíduos e clima
Protegido		
POM (Proteção estrutural)	Depende da perturbação física.	Sistemas de preparo e quebra de agregados, textura
COM (Proteção coloidal)	1000 anos ±	Mineralogia, textura

Fonte: Duxbury *et al.* (1989)

Sistemas de manejo do solo versus restrições edáficas e climáticas

Para completar a complexidade que existe na região dos Cerrados em relação a clima, solo, vegetação e material de origem e relevo, é importante ressaltar a ação direta e indireta do homem nos recursos naturais da região. Dentre muitas ações predatórias do ambiente, o sistema de preparo destaca-se como um dos mais importantes. Dependendo do implemento escolhido, o preparo do solo pode ou não atingir os objetivos de dar condições químicas e físicas às culturas para que elas possam crescer e se desenvolverem. Como consequência pode-se degradar as propriedades naturais do solo e haver reflexos desastrosos ao meio ambiente.

Segundo Resck & Gomes (1995) a grade pesada tem sido o implemento preferencial de preparo do solo na região dos Cerrados. Esta tem como característica o corte e pulverização do solo. É um implemento cuja profundidade de ação, não ultrapassa os 15 cm, independente da textura do solo, e que tem causado graves problemas de compactação (pé-de-grade). Os agregados são quebrados, pulverizados e as partículas de solo são facilmente carregadas pela enxurrada ou pela água de percolação. Os macroporos do solo são reduzidos a microporos, com formas regulares, pela pressão da grade pesada. A formação da camada compactada reduz a velocidade de infiltração da água no solo e a argila em suspensão sedimenta-se formando um filme na superfície dos sólidos que endurecem após cessada a chuva, tornando difícil a penetração das raízes, após a secagem do solo.

O arado de discos tem uma ação menos drástica de corte, com menos pulverização do que a grade, sendo bastante eficiente para misturar os corretivos e fertilizantes com as partículas, o que acelera o processo de reação com o solo. A ação do arado de discos pode atingir até 30 cm de profundidade, sendo comum a profundidade de 20 a 25 cm, desde que o solo esteja num ponto de consistência friável.

O arado de aivecas tomba a leiva fazendo uma inversão de quase 180° deixando-a oblíqua em relação à superfície do solo. É um implemento adequado para a incorporação de restos culturais, embora não tenha a capacidade de misturar corretivos e fertilizantes como o arado de discos; atinge grandes profundidades (30 a 40 cm) e proporciona alto grau de humificação dos resíduos.

O escarificador, por sua vez, é um implemento que atua facilmente até a profundidade de 40 cm. É um implemento que rompe as camadas adensadas e/ou compactadas do solo, mas não substitui os arados de discos e de aivecas nas suas respectivas funções de preparo do solo. É um bom implemento para áreas que já estão corrigidas quimicamente (com adubação corretiva) e fisicamente bem estruturados (com incorporação de resíduos orgânicos), e necessitam somente de adubação de manutenção. Este é o implemento adequado para o cultivo mínimo. Conceitua-se cultivo ou preparo mínimo a manipulação mínima necessária do solo para a produção das culturas ou para atender os requerimentos de um sistema de preparo sob determinadas condições climáticas e de solo. É necessário que seja deixado sobre a superfície do solo suficiente quantidade de resíduos de plantas para evitar a ação erosiva da chuva (AAVIM, 1983).

O plantio direto é um sistema de preparo (alguns o consideram um sistema de plantio), comprovadamente, o mais eficiente no controle da erosão do solo, embora, geralmente, só seja viável, na região dos Cerrados, a partir do quarto ano de cultivo após a abertura de áreas virgens, em locais não compactados e corrigidos quimicamente ao longo do perfil, para dar condições às raízes das plantas de explorar o máximo de volume do solo e resistir a eventuais veranicos, tão freqüentes na região. Em áreas cultivadas e degradadas (solos ácidos, com alta saturação de Al, baixa saturação por bases, sem estrutura, com baixo teor de matéria orgânica e compactados) são

necessários, no mínimo, dois anos para colocar o solo em condições de receber esse sistema.

Sob o ponto de vista agrônômico, um dos mais importantes fatores a ser considerados é a dinâmica de sistemas de preparo. Dinâmica no sentido de que todo implemento tem seu próprio tempo de utilização devido às suas características e alcances de determinados objetivos.

Considerando a elevada acidez e a alta distrofia dos solos da região dos Cerrados, o primeiro objetivo do preparo, na correção e adubação, é elevar o pH e aumentar a saturação por bases, além de fornecer fósforo a esses solos carentes de elementos essenciais às plantas. Nesse caso, o implemento mais adequado para fazer isso é o arado de discos. Quando este implemento é tracionado, os discos giram ao redor de seus próprios eixos, resultando numa ótima mistura e acelerando as reações químicas. Aplicando-se o calcário, gesso, fósforo e potássio, em duas vezes (2/3 e 1/3), uma antes da aração e a outra após essa operação, mas antes da gradagem niveladora, faz-se melhor distribuição desses corretivos e fertilizantes no perfil do solo e a profundidades adequadas para o pleno estabelecimento das culturas.

Corrigidos os problemas químicos é necessário que se incorpore, o máximo e o mais profundo possível no solo, os resíduos culturais e/ou adubos verdes que contêm o carbono orgânico, para que após a decomposição, os subprodutos dessa ação dos microrganismos venham a fornecer nutrientes para as plantas e melhorar a estrutura do solo. Alguns autores criticam essa incorporação profunda alegando provável fermentação no solo, o que não ocorre. A macroporosidade existente nos latossolos e nas areias quartzosas (cerca de 30%) e mesmo em áreas compactadas, permite a difusão de O₂ plenamente satisfatória, para a atividade microbiana (Osozawa & Resck, 1994).

Entre os diversos implementos, o arado de aivecas desempenha, com maior eficiência, a incorporação dos restos culturais e/ou adubos verdes até a profundidade de 40 cm, dispondo-os obliquamente no perfil do solo, o que causa uma rápida decomposição e portanto alto grau de humificação (Resck, 1993). De fato isso foi provado por Arai et al. (1994) utilizando a metodologia de Kumada (1987). A matéria orgânica (MO) foi fracionada baseada em suas características de solubilidade usando frações solúveis em soluções de NaOH (MO livre e ligada ao Al), Na₄P₂O₇ (MO ligada ao Ca and Fe) e NaBH₄ (oclusa dentro dos minerais de argila) e precipitadas em H₂SO₄, constituindo-se nos ácidos húmicos (HA). A degradação do HA refletiu-se nas suas propriedades óticas $\{(K_{600}/C) = \text{intensidade de cor relativa e índice de cor} = \log [(\text{absorção a } 400 \text{ nm} / \text{absorção a } 600 \text{ nm})]\}$. K₆₀₀ e C representam, respectivamente, densidade ótica a 600 nm da solução de HA e volume em ml de KMnO₄ consumido por 30 ml da solução de HA. De acordo com essas propriedades, o ácido húmico foi classificado em tipos Rp, B, P ou A (Figura 2). Durante o processo de humificação dos materiais de planta, a intensidade de cor aumenta e o valor do índice de cor decresce.

HAs de áreas preparadas com arado de discos e arado de aivecas foram classificados como tipo A, significando que possuem alto grau de humificação. Entretanto, a intensidade de cor relativa (K₆₀₀/C) e os valores de índices de cor para ambos foram 6,4 e 0.63 e 8,0 e 0.54, respectivamente, o que demonstra um maior grau de humificação obtido para o arado de aivecas. Constatou-se que o alumínio, provavelmente, protege o HA contra a decomposição nos solos sob vegetação de Cerrados e que houve um aumento na fração húmica e um decréscimo nos ácidos fúlvicos (FA) quando esses solos foram cultivados, utilizando-se esses implementos. A relação carbono no HA sobre carbono no FA foi 0,68 para o arado de aivecas e 0,24 para o arado de discos (Resck et al., 1990; dados não publicados) indicando, mais uma vez, alto grau de polimerização com o uso do arado de aivecas. Este alto grau de

polimerização implica em aumento de cargas para o solo, condição primária para haver agregação entre as partículas do solo.

Esse processo de condicionamento químico e físico do solo pode durar quatro anos, no mínimo, a partir de um solo virgem. Os produtores, a partir desse ponto, podem escolher um implemento para cultivar o solo com um mínimo de perturbação como o escarificador (cultivo mínimo) ou entrar com o plantio direto, ou, alternativamente, eles podem cultivar pastagens ou essências florestais para manter ou melhorar ainda mais as propriedades do solo, lentamente através dos tempos.

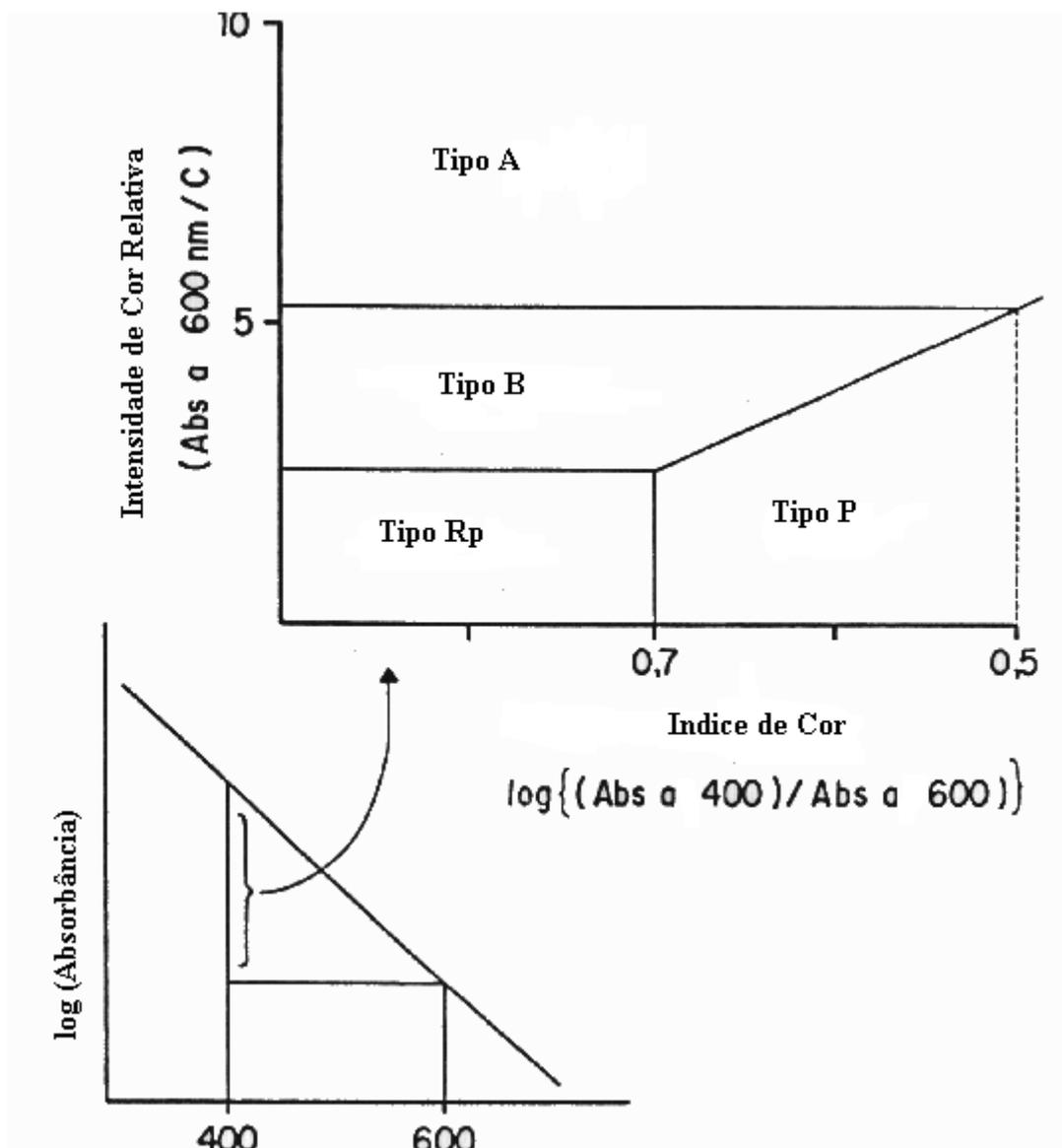


Figura 2. Classificação dos tipos de ácidos húmicos. Fonte: Kumada (1987)

O plantio direto na região dos Cerrados

O termo plantio direto tão amplamente utilizado no Brasil veio, na realidade, de uma expressão em inglês “direct drilling”, que significa, literalmente, plantando diretamente as sementes em sulcos através de uma máquina ou implemento. “Direct drilling” é apenas um dos termos pelos quais o “no-tillage” (sem preparo) é conhecido e leva ainda o nome de “zero tillage” (cultivo zero) e “chemical tillage” (cultivo químico).

No-tillage ou plantio direto, como ficou conhecido no Brasil, é um procedimento pelo qual uma cultura é plantada diretamente no solo não preparado, desde a colheita da cultura anterior, sem que nenhum cultivo do solo ocorra durante a estação de crescimento e de maturação. Ou seja, plantio direto significa o plantio de uma cultura diretamente na massa de ervas daninhas que crescem no local após a colheita, junto aos restos culturais da cultura anterior ou sobre a massa de uma cultura com a finalidade apenas de cobertura (Resck et al., 1994; artigo não publicado). O princípio do PD é usar o resíduo da planta como cobertura do solo para a nova semeadura.

No Brasil o plantio direto foi iniciado no final da década de 1960 e início da década de 1970 nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná, respectivamente (Borges, 1993). As primeiras experiências com o PD, em fazendas na região dos Cerrados, que se tem notícia, segundo a Associação de Plantio Direto no Cerrado - APDC (1994), foram realizados nos estados de Goiás, nos anos de 1981 e 1982 (10 anos após a primeira experiência em Rolândia-PR), em Minas Gerais, em 1983 e no Distrito Federal, em 1984. No Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Embrapa-CPAC), localizado também no Distrito Federal, as pesquisas com diferentes sistemas de preparo, incluindo o PD, foram iniciadas no final da década de 1970 (Embrapa, 1981b).

A evolução das áreas cultivadas no sistema de plantio direto foi muito rápida (Figura 3). De 200 ha em 1981/1982, na cidade de Rio Verde-GO, evoluiu para 1.500.000 ha em 1995/1996, um aumento de 749.900%, enquanto no Brasil esta evolução foi de 2.095%. Nos anos agrícolas 1986/1987 e 1988/1989, 9 e 35 mil hectares, respectivamente, eram cultivados na região dos Cerrados, no sistema de PD. Os dados correspondentes no país não foram fornecidos.

Esse sistema está sendo praticado com mais ou menos intensidade em quase todos os estados que fazem parte da região dos Cerrados, incluindo Piauí, Roraima e Rondônia.

Dos 10 milhões de hectares atualmente ocupados por culturas anuais, aproximadamente 1,5 milhões (15%) já estão utilizando plantio direto, índice expressivo, considerando-se o período de apenas 16 anos decorridos após as primeiras experiências na região (Silva & Resck, 1996).

O problema maior para o estabelecimento do plantio direto está na formação da palha para a cobertura do solo. Em razão da má distribuição das chuvas, de um período seco prolongado e da ocorrência de veranicos durante a estação chuvosa, torna-se difícil produzir grãos e ainda ter boa quantidade de restos vegetais para servir como cobertura morta. Devido a altas temperaturas e umidade do solo, nesta época, a taxa de decomposição dos resíduos vegetais é muito alta. Diante da imposição climática e da falta de material precoce e produtivo para se ter duas culturas em um mesmo período agrícola, foram surgindo adaptações que podem ser enquadradas em quatro tipos segundo Scaléa (1992):

1) plantio direto no mato - feito sobre a resteva da cultura de verão anterior, que é mantida intacta desde a colheita até o momento do novo plantio somada às ervas daninhas que surgem no local. A grande desvantagem desse sistema é a desuniformidade. As plantas de folhas estreitas duram mais que as dicotiledôneas ou folhas largas.

2) plantio direto com semipreparo (cultivo mínimo) - envolve um preparo parcial do solo entre a colheita da cultura de verão e o novo plantio, com a grade niveladora ou a pesada, com o objetivo de revolver o solo e facilitar o plantio da nova safra com máquinas convencionais.

3) plantio direto com safrinha - aproveita-se o fim do período chuvoso para se instalar uma nova cultura em seqüência à principal. As máquinas exigidas são: um

tritador de palha e plantadeira específica de plantio direto. Além disso, é necessário fazer um escalonamento das épocas de plantio com variedades precoces (30% em outubro), com variedades precoces e de ciclo médio (40% em novembro) e variedades de ciclo médio ou tardio (30% em novembro/dezembro). A safrinha permite adicionar ao solo maior quantidade de carbono orgânico, além do retorno financeiro que proporciona ao agricultor, suficiente, na maioria das vezes, para cobrir os gastos com herbicidas e amortizar parte dos gastos na compra de máquinas específicas para o plantio direto. Estima-se que 200 ha de safrinha de milho seriam suficientes para pagar uma plantadeira nova.

As culturas mais comuns para a safrinha têm sido a soja, o milho, o sorgo, o milheto e a aveia (que servem para grãos e/ou massa, para serem utilizadas na engorda de animais, no

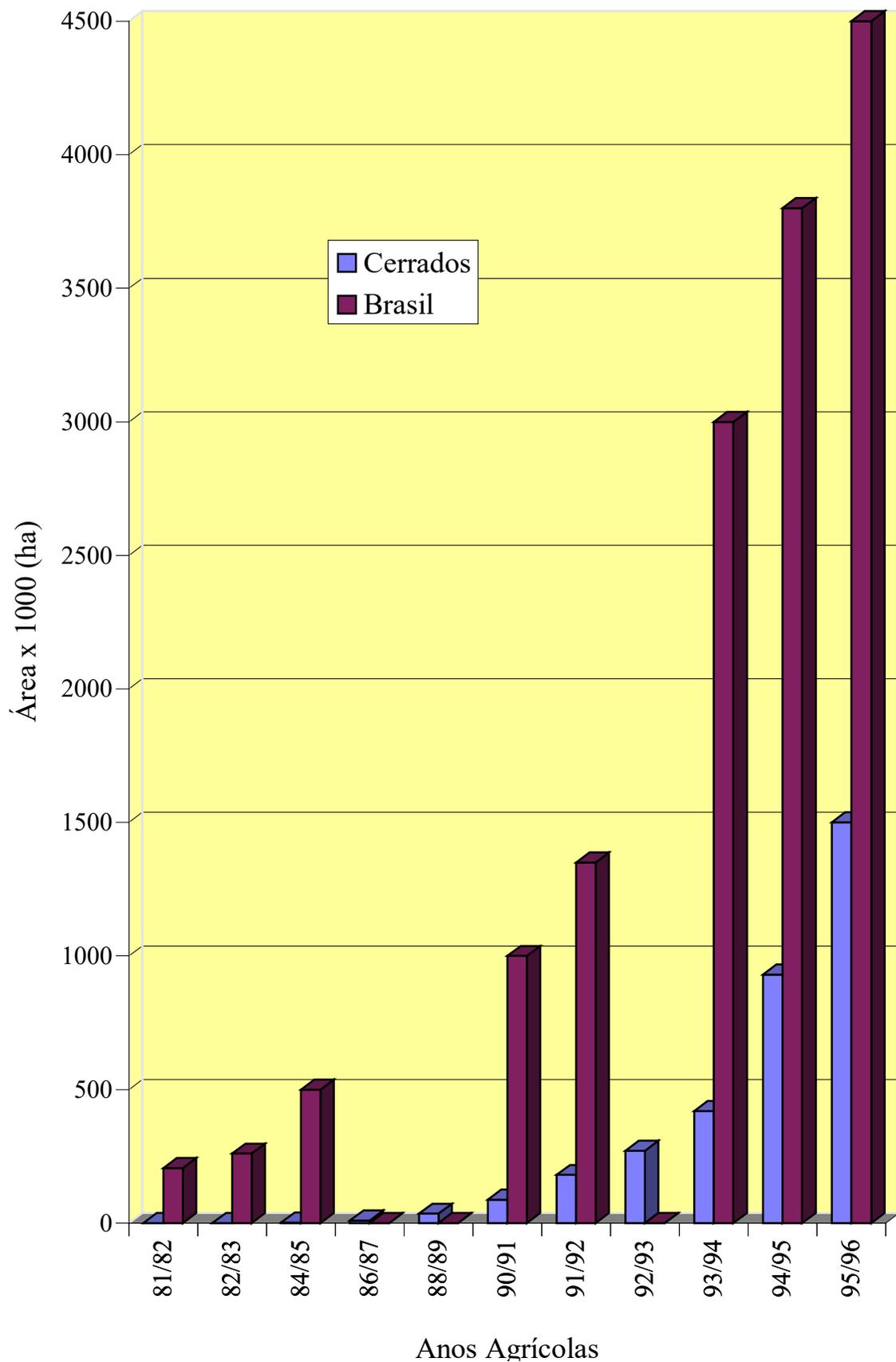


Figura 3. Evolução das áreas cultivadas em plantio direto. Fonte: Landers (1996) (comunicação pessoal).

período de inverno seco, em confinamento ou simples pastoreio), trigo, girassol, feijão e guandu.

4) plantio direto com safrinha e cobertura - havendo pouca produção de massa na safrinha, como no caso de soja e feijão, planta-se outra cultura específica (geralmente milho) para a produção de massa no fim do período seco (sistemas irrigados) ou no início do período chuvoso.

Além desses quatro tipos diferentes de adaptações ao PD existe uma diversidade enorme de situações, ou seja do histórico dos praticantes do plantio direto: antes, durante e depois.

Em um levantamento feito para caracterizar o sistema de plantio direto no Distrito Federal foram selecionados, com a ajuda da EMATER-DF, sete bons produtores de grãos (Quadro 3). Em algumas propriedades, as áreas cultivadas apresentaram diferentes tipos de solo e textura, justificando a amostragem de cada uma. Observa-se, nessa pequena, embora significativa amostragem, por estar entre os produtores aqueles pioneiros do PD no Distrito Federal, que alguns passaram para o PD após longo tempo no sistema convencional. Na maioria dos casos, convencional significa o uso da grade pesada com duas passadas de grade leve. Outros ainda estavam no convencional com pretensões de passar para o PD e havia aqueles, que após alguns anos de PD, retornaram ao convencional, para dar uma “mexida no solo”, segundo alguns.

Quadro 3. Relação das propriedades e históricos de manejo no Distrito Federal-1994.

Propriedade	Tipo de Solo	Cultura	Sistema de Preparo/Tempo	Seqüência/Tempo
1	muito argiloso	soja	2º ano PD	milho/sorgo/soja
2	muito argiloso	soja	5º ano PD	15 anos de cultivo
2	argiloso	soja	2º ano PD	4 anos de cultivo
2	text. média	soja	2º ano PD	4 anos de cultivo
2	arenoso	soja	1º ano PD	2 anos de cultivo
3	muito argiloso	soja	2º ano PD	5 anos de cultivo
4	muito argiloso	milho	3º ano convenc.	3 anos de cultivo
5	muito argiloso	soja	1º ano PD	7 anos de cultivo
5	argiloso	soja	1º ano convenc.	3 anos de PD
5	text. média	soja	1º ano convenc.	5 anos de PD
5	arenoso	soja	2º ano PD	7 anos de cultivo
6	muito argiloso	soja	1º ano convenc.	5 anos de PD
6	argiloso	milho	5º ano PD	7 anos de cultivo
7	muito argiloso	soja	1º ano PD	5 anos de cultivo

Fonte: Resck et al. (1994) (dados não publicados)

A compactação do solo é uma restrição ao sucesso do PD nessa região. Verificou-se neste estudo qual seria a condição dessas propriedades (Figura 4). Considerando-se que o limite de resistência à penetração pelas raízes é o equivalente a 15 kg/cm² (Luchiari Jr. et al., 1986), comprova-se que apenas a propriedade número 5 estava com o solo sem nenhum impedimento físico, portanto, sob esse aspecto estaria apta para implantação do sistema PD.

A propriedade número 2 está com problemas sérios de compactação e recomendar-se-ia, antes da implantação do sistema de PD, um condicionamento

químico e físico do solo. A microporosidade (poros com diâmetro $< 48 \mu\text{m}$), por exemplo, nessa propriedade, nesse mesmo solo, mas com textura muito argilosa, foi de 29%, enquanto na propriedade número 5 a microporosidade atingiu 40%. A água disponível para as plantas está contida nesses microporos, daí a possibilidade de sucesso no sistema de PD ser maior, sob este aspecto, para a propriedade número 5. A diversidade de situações existentes na propriedade número 2 permitiu a comparação de propriedades químicas (MO, P), físico-químicas (CTC) e físicas (MWD=diâmetro médio ponderado dos agregados), entre os diversos tipos de solos cultivados em PD (Figura 5).

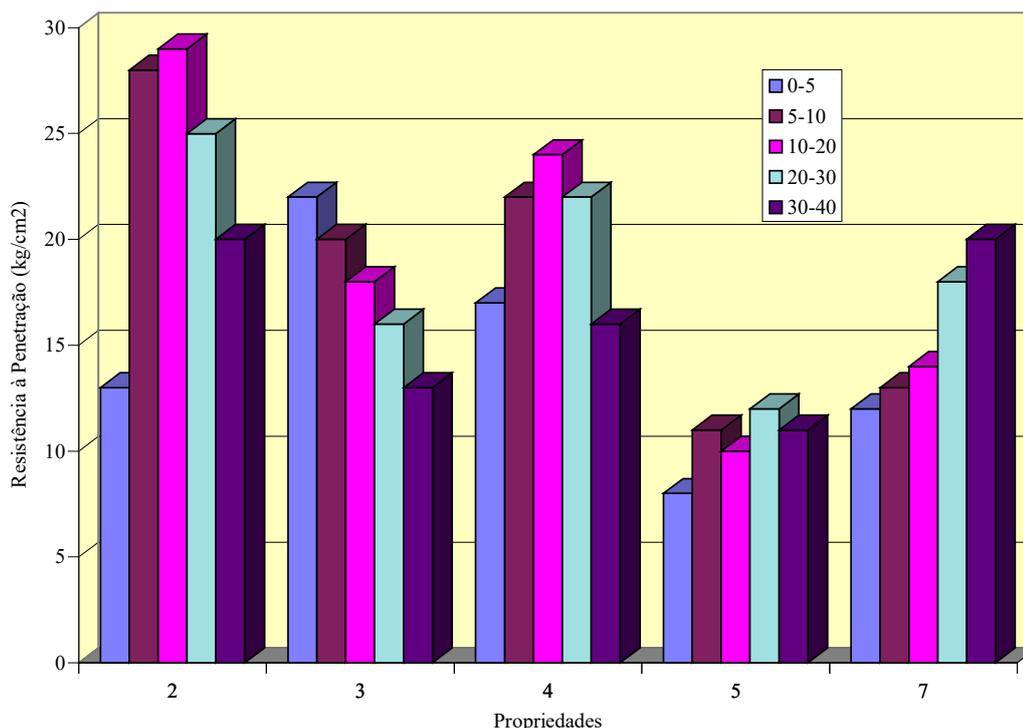


Figura 4. Resistência à penetração em LE argiloso friável em diferentes propriedades agrícolas do DF. Fonte: Resck et al. (1994) (dados não publicados).

Observa-se que a MO atingiu níveis críticos não só nas areias quartzosas como também nos latossolos: vermelho-escuro (LE), argiloso e vermelho-amarelo (LV), argiloso e muito argiloso. Os níveis de fósforo estavam, generalizadamente, muito baixos e os valores de pH também não atingiram o nível adequado para o pleno desenvolvimento das plantas. O manejo anterior realizado nesses solos, antes do PD, foi o preparo do solo com grade pesada e monocultura de soja. Esse implemento, pelo seu modo de ação, quebra os agregados do solo: reservatórios de proteção física da matéria orgânica, facilitando sua decomposição pelos microrganismos e a perda através da respiração via CO_2 .

O plantio direto: sistema de manutenção ou de correção do solo?

Pelas inúmeras vantagens que possui, o PD é visto pelo agricultor como um sistema para solucionar os problemas de: erosão, compactação, gasto demasiado de combustível, perdas de vários dias de trabalho no campo pela excessiva umidade no

solo, principalmente na fase de plantio, alta incidência de ervas daninhas e baixa produtividade. Neste sentido, o sistema de PD oferece maior segurança ao agricultor do que outros sistemas convencionais.

Mas este sistema pode, realmente, corrigir todos esses problemas? Vejamos cada um deles separadamente.

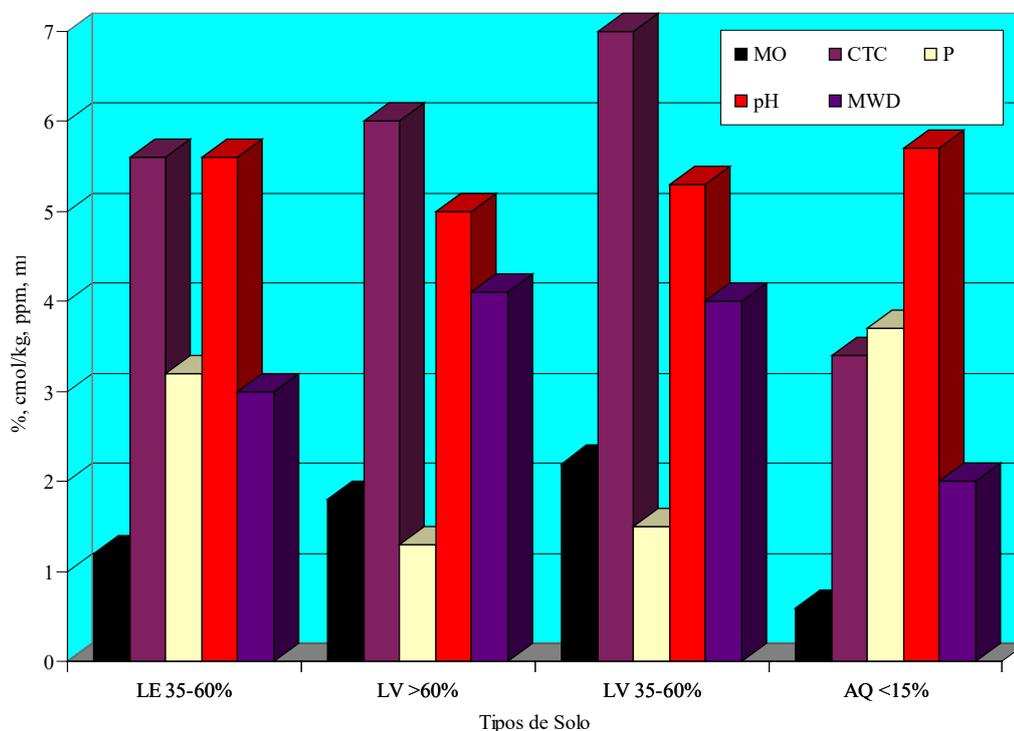


Figura 5. Comparação de algumas propriedades do solo em diferentes locais da propriedade agrícola número 2 em plantio direto. Fonte: Resck et al. (1994) (dados não publicados).

Erosão: o sistema de PD como não revolve o solo e deixa uma cobertura morta na superfície, combate as duas forças mais poderosas da ação erosiva da chuva - o impacto das gotas de chuva e o destaque e carreamento das partículas do solo anteriormente agregadas nele. Mas o sistema produz certo adensamento do solo que faz com que a velocidade de infiltração e permeabilidade da água no perfil, antes tão alta, caia para níveis, que dependendo da intensidade da chuva, provoque perdas de água de 25% ou mais como atestam pesquisas feitas na Embrapa-CPAC (Dedecek et al., 1986; Resck, 1981). É possível que essas perdas na fazenda sejam ainda maiores. Sendo assim, não seria prudente a eliminação dos terraços e do plantio em nível, uma vez que ambos têm a função de reter e permitir a infiltração do excesso de água no solo. Para os latossolos e areias quartzosas o terraço deverá ser de base larga e em nível porque a declividade do terreno (0 a 8%) assim o permite. Com o arado de três discos e apenas 20 passadas pode-se fazer terraços com seções maiores ou iguais a 1 m² sendo a manutenção feita com apenas 7 passadas se o produtor estiver em um processo de condicionamento físico e químico do solo para a implantação do sistema de PD.

Compactação: se o PD for implantado em uma área já compactada o problema não será sanado por que este sistema tem uma tendência de adensar o solo, quando se compara com o solo de Cerrado virgem. Santos et al. (1996), comparando diversos

sistemas de manejo, verificaram que em diferentes profundidades, o PD, arado de discos e uma área virgem de Cerrado tiveram, respectivamente, os seguintes valores para densidade aparente, dada em kg/m^3 : 0-5 cm - 1050, 1040 e 920; 5-10 cm - 980, 1100 e 920; 10-20 cm - 960, 1060 e 880; 20-30 cm - 1050, 1110 e 940 e 30-40 cm - 1070, 1140 e 990. Estes tratamentos foram significativamente diferentes entre si. Num processo de adensamento tem-se uma alteração da densidade aparente do solo e aumento da resistência à penetração das raízes; na compactação tem-se, uma camada muito delgada (poucos milímetros), normalmente localizada entre 10 a 15 cm, causado pelo modo de ação e uso excessivo da grade pesada, gerando aumento da resistência à penetração das raízes, mas não a alteração significativa da densidade aparente (pelo menos com os métodos de amostragens normalmente utilizados). O uso de arado de discos em solos com umidade não adequada, muito molhado ou seco, sempre na mesma profundidade, por vários anos, também causa uma certa compactação, normalmente na profundidade de 20 a 25 cm. Na área preparada com arado de discos verificou-se uma redução de poros, com diâmetro maior do que $29 \mu\text{m}$ (10 kPa de tensão de água no solo), para cada centímetro de profundidade, a uma taxa média de 0,29%, e um aumento de poros com diâmetro menor do que esse, a uma taxa média de 0,57%. Houve redução da água disponível (ADP), água contida entre poros com diâmetro igual a $48,46 \mu\text{m}$ (6 kPa de tensão de água no solo) e $2,90 \mu\text{m}$ (100 kPa), a uma taxa de 0,94% por cm de profundidade, com o teor de carbono orgânico reduzindo à uma taxa de 0,48%. A ADP em plantio direto reduziu-se a uma taxa de 0,87% por cm, sendo que houve um aumento dos poros de diâmetro $0,20 \mu\text{m}$ (1500 kPa de tensão na água no solo) a uma taxa de 0,49% por cm de profundidade, o que explica a redução da água disponível com a profundidade. O carbono orgânico reduziu-se a uma taxa de 0,78% por cm de profundidade. No sistema de PD as raízes penetram na camada adensada, mas a tendência é de ocorrer um acúmulo de nutrientes na superfície, fazendo com que 88% (soja) e 79% (milho) das raízes fiquem nas primeiras camadas do solo (0 a 30 cm) (Amabile & Resck, 1990).

Gastos demais com o combustível e perdas de vários dias de trabalho no campo pela excessiva umidade no solo: em um estudo feito no estado de Goiás comparando plantio direto com o convencional (PC) para 500 ha de soja, Gentil (1995) observou que para um hectare o PD teve um custo 6% menor do que o PC; o tempo para o preparo do solo num período de 6 a 4 meses causou uma redução de 2% nos custos a favor do PD; exigiu-se 26% menos potência de trator, com menor movimentação de solo, economia de 24%; menos gasto de diesel, economia de 64%, além de 25% menos de investimento em máquinas. Tudo isso refletiu em US\$ 16,4 /ha e para o caso de 500 ha resultou numa economia de US\$ 8.200,00. Segundo a Sociedade Americana de Químicos (AAVIM, 1983) o combustível corresponde a 32% da energia gasta na agricultura, com o maquinário respondendo por 20% e os fertilizantes, 23%. A vantagem do sistema de PD nestes itens sobre o convencional é enorme.

Alta incidência de ervas daninhas: uma área infestada com ervas daninhas deverá receber o tratamento adequado antes de se implantar qualquer sistema, seja convencional ou plantio direto. A alta incidência de ervas durante o ciclo da cultura estará na dependência de um bom percentual de plantas germinadas e de uma cobertura efetiva por parte da cultura comercial em ambos os sistemas ou de um efetivo controle químico.

Baixas produtividades: o sistema de PD, de per si, não irá dar maiores produtividades ao agricultor. Ramos (1996), citando trabalhos feitos na região de Ponta Grossa, no período de 1971 a 1975, com as culturas de soja e trigo, encontrou, para a soja, uma ligeira vantagem do PD (8,5%) sobre o plantio convencional (PC= uma

aração e duas gradagens) e (-2%) em relação ao preparo mínimo (PM = duas passadas com grade niveladora). Para o trigo, esses percentuais foram (-1%) em relação ao PC e (-2%) em relação ao PM.

Na região de Maringá e Floresta, com predominância de terra roxa estruturada e latossolo roxo, Calegari et al. (1995), constataram, que no sistema PD, após sete safras consecutivas, em rotação (trigo/milho/aveia/soja/trigo/soja), a produtividade de soja (3712 kg/ha) foi superior em 43% àquela na sucessão trigo/soja (2598 kg/ha), em sistema PC; a produtividade encontrada também no sistema de PD (3246 kg/ha), porém em sucessão (trigo/soja), durante o mesmo período, foi 25% superior ao sistema PC.

Na Embrapa-CPAC, a soja no sistema de PD superou o PC em apenas 5% em relação a grãos (3150 contra 3100 kg/ha), e em 9,5% para matéria seca; com o milho, o PD superou o sistema PC em 7% em relação a grãos e 5% para a matéria seca (Resck, 1992; dados não publicados).

Não há até o momento um estudo conclusivo sobre ganhos em produtividade com o sistema de PD. A Associação de Plantio Direto no Cerrado (APDC) (1994) apresentou uma série de planilhas de custos de vários agricultores e de diferentes lugares. Embora não conclusivos, os dados demonstram que os custos praticamente empatam sendo 36,64 sacas de soja/ha para o PD e 37,8 para o PC. Os ganhos em produtividade de soja não passaram de 3% a favor do PD. Com o feijão irrigado em Barreiras-BA, em sistema PC produziu-se 47,8 sacos/ha contra 44,9 sacos/ha no sistema de PD.

O sistema de PD aumenta significativamente os teores de carbono no solo, principalmente na camada de 0 a 5 cm. Após 13 anos de cultivo com soja em PD esse aumento foi de 0,85 unidade percentual quando comparado com uma área de discos com incorporação pós-colheita dos restos culturais (ADPC). Na profundidade de 5 a 10 cm esse aumento foi de apenas 0,05. Numa área de milho esses incrementos foram, 1,49 e 0,64 unidades percentuais, para as profundidades de 0 a 5 e 5 a 10 cm, respectivamente (Resck et al., 1995). Os teores de matéria orgânica foram, em média, para todo o perfil (0 a 40 cm) os seguintes: sistema ADPC-soja, $1,93\% \pm 0,58\%$ e para milho $1,91\% \pm 0,67\%$; sistema PD - soja, $2,47\% \pm 0,71\%$ e para milho, $2,62\% \pm 1,07\%$. Em média, para as duas culturas o sistema de PD acumulou 0,63 unidade percentual (32,5%) de MO em relação ao sistema ADPC. Sendo um sistema não perturbador do solo, o PD não destrói o reservatório físico e químico da MO do solo, proporcionando condições para aumento dos seus teores.

Pelo exposto, pode-se concluir que o sistema de PD não é propriamente um sistema de correção do solo e sim de manutenção das propriedades, com taxas bem reduzidas de melhoria (através dos tempos) nas propriedades físicas, químicas e físico-químicas do solo. Poder-se-ia questionar: e as propriedades microbiológicas? Resck et al. (1996) demonstraram que a atividade respiratória do solo sob plantio direto (986 g/m^3 de C-CO₂) foi significativamente menor do que as áreas com sistema ADPC (1286 g/m^3) que por sua vez foi menor do que áreas com Cerrado virgem (1786 g/m^3) e pastagem (2107 g/m^3), durante um período de 314 dias.

Em parcelas experimentais com 17 anos em plantio direto, situado na Embrapa-CPAC, não foi detectada nenhuma atividade biológica significativa da mesofauna (minhocas, corós, cupins, etc.) após várias aberturas de perfis para estudar o sistema radicular das culturas nesse sistema. Provavelmente isso se deve ao fato de que, no início, essas áreas foram bem corrigidas quimicamente e preparadas com arado de discos ou de aivecas e não havia compactação do solo. Cerca de 1,5 km dessas áreas, um experimento com 10 anos de duração em plantio direto após preparo e correção do

solo com a grade pesada, porém sob irrigação, intensa atividade de corós foi detectada (Silva et al., 1994).

A sustentabilidade da região via sistema de plantio direto

Diante das três principais restrições da região dos Cerrados: o clima bimodal, com duas estações bem definidas, seca e chuvosa, agravado pela ocorrência de veranicos e de chuvas altamente erosivas; a existência de Al e a falta de Ca no perfil dos latossolos e das areias quartzosas, solos predominantemente utilizados numa agricultura intensiva, a sustentabilidade desse Ecossistema tem no plantio direto, um sistema de manejo que, sem sombra de dúvidas, é o ápice da agricultura. Um sistema é sustentável quando produz grãos indefinidamente, ao longo do tempo, mantendo altas as produtividades e sem degradar o meio ambiente. A infiltração da água das chuvas no solo é aumentada pela cobertura morta existente na superfície e não há perdas de sedimentos, pois a energia cinética das gotas de chuva é quebrada, pela cobertura morta. Assim não há a quebra de agregados pelo impacto e nem a dispersão das partículas pelo salpique, que, na realidade, obstruem os poros do solo; diminui-se a infiltração da água, iniciando-se a enxurrada e provocando a erosão, com perdas de sedimentos e nutrientes, que irão assorear e poluir os lagos e rios a jusante, com prejuízos enormes para a fauna e flora, além da qualidade da água.

Diante da complexidade existente numa floresta ou numa vegetação nativa de Cerrado, o plantio direto é o sistema agrícola que mais se aproxima desse caos natural, das inúmeras interações que ocorrem entre as espécies na natureza e que mantêm o equilíbrio através dos tempos.

Apesar da supremacia do sistema de PD e diante das imposições do ecossistema Cerrados não se pode simplesmente transportar conhecimentos de outras regiões do país e até mesmo internacionais e aplicá-los. Por exemplo, existe grande diferença na distribuição de chuvas da região dos Campos Gerais no Paraná, para a região dos Cerrados. Lá a precipitação pluviométrica é de 1608 mm (média de 30 anos), chovendo, em média, por mês, 134 mm (coeficiente de variação, $cv=30\%$) [cálculos feitos a partir de dados climáticos publicados por Sá (1994)], enquanto na região nuclear dos Cerrados, o total é de 1500 mm, com uma média mensal de 125 mm, porém com um $cv=79\%$, ou seja, a distribuição é toda concentrada nos meses de outubro a abril, o que não acontece com a região de Campos Gerais. Nessa região o mês que chove menos é o de agosto, 78 mm, com um $cv=6\%$ para um período de 30 anos e o mês que chove mais é o de janeiro, 208 mm ($cv=8\%$). Percebe-se que água não é problema nessa região. Para contornar os problemas da região dos Cerrados parece que não há como evitar o que Resck (1996) chamou de paradoxo tropical. O solo primeiro tem que ser perturbado, para ser corrigido quimicamente e ativar a matéria orgânica, que, embora seus teores sejam de médios a altos nos solos da região (Lopes, 1977), é de baixa atividade (Resck & Pereira, 1981). A MO ativada pela ação decompositora dos microrganismos cria mais sítios de cargas, aumentando a CTC e melhorando a agregação do solo. Quatro fatores que compõem o manejo deverão ser aplicados harmonicamente no solo: a calagem e a gessagem para a correção da acidez e da toxidez de Al superficial e subsuperficial, a adubação corretiva (P e K) e de manutenção, a rotação de culturas, incluindo as pastagens e as essências florestais, e a dinâmica de sistemas de preparo, culminando com o plantio direto (Resck, 1993).

Considerações finais

Tentou-se neste trabalho, ordenar os conhecimentos que se tem a respeito do sistema de plantio direto na região dos Cerrados e destacar alguns pontos muito importantes, característicos da região e que podem ser limitantes a esta prática com pleno sucesso.

Algumas atividades imprescindíveis devem ser feitas nessa região:

a) o solo precisa ser corrigido para que se eleve o pH, forneça Ca, Mg, K e principalmente P às plantas. Esta correção tem de ser a mais profunda possível para aumentar o volume de exploração do solo pelas plantas. Quanto maior o volume e profundidade do sistema radicular, mais água haverá disponível (que não é muita nesses solos) e maior será a chance de resistir aos longos períodos de veranico, comuns em janeiro e fevereiro. Também maiores serão as chances de sucesso com as safrinhas, pois mesmo cessadas as chuvas, os solos ainda terão água disponível para uma boa produção de grãos e de matéria seca;

b) os corretivos e fertilizantes adicionados ao solo devem ser postos em contato com as partículas do solo para completar a reação química em um tempo mais curto possível. Isso fará com que aumente as cargas do solo (CTC), que são dependentes de pH, principalmente aquelas advindas da MO (responsável até por 80% das cargas desses solos). Isso é válido para áreas recém-desmatadas ou para áreas com problemas de compactação que irão necessitar de correção e adubação complementar e redistribuição dos nutrientes acumulados na superfície;

c) é preciso que os melhoristas encontrem variedades precoces e produtivas de milho e soja, principalmente, ou de espécies de cobertura (milheto e leguminosas), que dêem boa massa e produção, com o mínimo de requerimento de água e tempo (quanto mais precoce melhor);

d) a rotação de culturas é fundamental para estimular a atividade biológica do solo e para reduzir o índice de pragas e doenças;

e) a dinâmica de nutrientes, principalmente N e P, em ambiente de taxa reduzida de decomposição da MO, carece ainda de estudos;

f) o uso do sistema de PD por longo tempo, como acontece na região Sul do país, pode não ser adequado para a região dos Cerrados; mais pesquisas deverão ser realizadas para acompanhar os efeitos do adensamento, do acúmulo de MO (aumento dos reservatórios físico e químicos do solo) e baixas taxas respiratórias pelos microrganismos, do aumento do estoque do P orgânico e sua velocidade de liberação para as plantas e a dinâmica do N, definindo-se pela necessidade ou não de alternância de períodos em PD com períodos em PC.

Literatura Citada

- AAVIM-AMERICAN ASSOCIATION FOR VOCATIONAL INSTRUCTIONAL MATERIALS (Athens, GA). Fundamentals of no-till farming. Athens, Georgia: ISBN, 1983. 148p.
- ADAMOLI, J.; AZEVEDO, L. G. Regionalização dos Cerrados: parâmetros quantitativos. [Planaltina]. 1983. 19p. Mimeografado.
- ADAMOLI, J.; MACEDO, J.; AZEVEDO, L. G.; MADEIRA NETTO, J. Caracterização da região dos cerrados. In: GOEDERT, W.J. ed. **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC/São Paulo: Nobel, 1986. p.33-74.
- APDC-ASSOCIAÇÃO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO. Fascículo de experiências de plantio direto no Cerrado. Landers, J. N., ed. Uberlândia-MG. Off-Set Zardo, 1994. 261p.

- AMABILE, R. F.; RESCK, D. V. S. Efeito de diferentes sistemas de preparo na produção de soja e milho em Latossolo Vermelho-Escuro argiloso. I - comparação de dois métodos de avaliação de raízes. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1990. 3p. (EMBRAPA-CPAC. Pesquisa em Andamento, 31).
- ARAI, S.; RESCK, D. V. S.; CARDOSO, A.N.; LINHARES, N. W. Quantitative and qualitative characteristics of soil organic matter under Cerrados. In: EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF). Relatório Técnico Do Projeto Nipo-Brasileiro De Cooperação Em Pesquisa Agrícola Nos Cerrados 1987/1992. [Planaltina: EMBRAPA-CPAC/JICA, 1994]. p. 477-487.
- ASSAD, E.D.; SANO, E. E.; MASUTOMO, R.; RODRIGUEZ CASTRO, L. H.; SILVA, F. A M da. Veranicos na região dos Cerrados brasileiros: frequência e probabilidade de ocorrência. In: ASSAD, E.D., coord. **Chuva nos Cerrados: análise e espacialização**. [Planaltina: EMBRAPA-CPAC], Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. p. 43-48.
- AZEVEDO, L. G.; CASER, R. L. Regionalização do Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 5., 1979, Brasília. Cerrado: uso e manejo, Brasília: Editerra, 1980. p. 211-229.
- BORGES, G. de. Resumo histórico do plantio direto no Brasil. In: EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS), eds. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT/FUNDACEP/FECOTRIGO/FUNDAÇÃO ABC/Editora Aldeia Norte, 1993. p. 13-18.
- CALEGARI, A ; FERRO, M.; GRZESIUK, F.; JACINTO JUNIOR, L. **Plantio direto e rotação de culturas: experiência em Latossolo Roxo 1985-1992**. [Maringá]: COCAMAR/ZENECA AGRÍCOLA, [1995?]. 64p.
- 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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.10, n.3, p.265-272, 1986.
- DUXBURY, J.M.; SMITH, M.S.; DORAN, J. W. Soil organic matter as a source and sink of plant nutrients. In: COLEMAN, D.C.; OADES, J. M.; UEHARA, G. eds. **Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems**. Honolulu: University of Hawaii, 1989. p.33-67.
- EMBRAPA-Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento de reconhecimento de solos do Distrito Federal**. Rio de Janeiro, 1978. 455p. (EMBRAPA-SNLCS, Boletim Técnico, 53).
- EMBRAPA. Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1979-1980. Planaltina, 1981a. p. 15-17.
- EMBRAPA. Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados.1979-1980. Planaltina, 1981b. p. 75-83.
- GENTIL, L. V. Viabilidade econômica do pantio direto no Cerrado. **Plantio Direto**, p. 10-16, mar. 1995. Especial Cerrado.
- GOODLAND, R. A physionomic analysis of the Cerrado vegetation of Central Brazil. J. Ecol., v. 59, p. 411-419, 1971.
- KAWASAKI, H.; IWATA, F.; MESQUITA FILHO, M. V. de. Desenvolvimento do sistema radicular de soja em solos de Cerrados. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF). Relatório parcial do Projeto da Cooperação em Pesquisa Agrícola nos Cerrados do Brasil 1978-1980. Planaltina: EMBRAPA-CPAC/JICA, 1981. p. 157-173.

- KUMADA, K. Chemistry of soil organic matter. Tokyo: Japan Scientific Societies, 1987. 241p.
- LOPES, A.S.; COX, F. R. A survey of the fertility status of surface soils under "Cerrado" vegetation in Brazil. Soil Sci. Soc. Am. J., v. 41, p. 742-747, 1977.
- LUCHIARI Jr., A.; RESENDE, M.; RITCHEY, K. D.; FREITAS JUNIOR, E.; SOUZA, P. I. M. Manejo do solo e aproveitamento de água. In: Goedert, W.J. ed. **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC/São Paulo: Nobel, 1986. p. 285-322.
- OSOZAWA, S.; RESCK, D.V.S. Changes in soil physical properties of compacted layer by different plowing methods. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 14., 1990, Kyoto. Kyoto: ISSS, 1990. v. 1, p. 305-306.
- PAVAN, M.A., BINGHAM, F.T., PERYEA, F.J. Influence of calcium and magnesium salts on acid soil chemistry and calcium nutrition of apple. **Soil Science Society of America Journal**, v.51, p.1526-1530, 1987.
- RAMOS, M. Sistemas de preparo mínimo do solo: técnicas e perspectivas para o Paraná. **Plantio Direto**, p.43-49, marc. 1996. Edição Especial.
- 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. Perdas de solo, água e elementos químicos no ciclo da soja aplicando-se chuva simulada. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1981. 17p. (EMBRAPA-CPAC. Boletim de Pesquisa, 5).
- RESCK, D.V.S.; PEREIRA, J.; SILVA, J.E. da. Dinâmica da matéria orgânica na região dos Cerrados. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1991. 22p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 36).
- RESCK, D.V.S. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROTAÇÃO DE CULTURAS, 2., 1992, Campo Mourão. Anais...Campo Mourão: AEACM, 1993. p. 117-143.
- RESCK, D. V.S ; GOMES, J. F. M. Planejamento agropecuário ao nível de microbacias hidrográficas na região dos Cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 7., 1989, Brasília. Anais: Estratégias de utilização. Planaltina:EMBRAPA-CPAC, 1995. p. 198-222.
- RESCK, D.V.S.; FERREIRA, C. de A.; GOMES, A.C.; SILVA, J.E. da. Efeito do plantio direto e do arado de discos nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro argiloso sob vegetação de Cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995. Viçosa. Anais...Viçosa: SBCS, 1995. v. 4, p. 1840-1842.
- RESCK, D.V.S. Manejo de solos e sustentabilidade dos sistemas agrossilvipastoris na região dos Cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8., 1996, Brasília. Anais do 8º: Simpósio sobre o Cerrado: biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados e Proceedings of 1rst International Symposium on Tropical Savannas...Planaltina:EMBRAPA-CPAC, 1996. p. 81-89.
- RESCK, D.V.S.; Gomes, A.C.; Rodrigues, D.C.; Santos, A.L.; Silva, J.E. da. Influência do uso e manejo do solo na produção de CO₂ em diferentes agroecossistemas na região dos Cerrados. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13.; REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 11., 1966, Águas de Lindóia. Anais... Águas de Lindóia: SLACS-SBCS, 1966. (CD-ROM).

- RITCHEY, K.D., SILVA, J.E., SOUSA, D.M.G. Relação entre o teor de cálcio no solo e desenvolvimento de raízes avaliado por um método biológico. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, v.7, p.269-275, 1983.
- SÁ, J. C. de M. Manejo da fertilidade do solo no plantio direto. Castro: Fundação ABC, 1993. 96p.
- SANTOS, M. N. dos; RESCK, D.V.S; SILVA, J. E. da; RODRIGUEZ CASTRO, L. H. Influência de diferentes sistemas de manejo no teor de matéria orgânica e no tamanho e distribuição de poros em latossolo vermelho-escuro argiloso na região dos Cerrados, Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8., 1996, Brasília. Anais do 8º: Simpósio sobre o Cerrado: biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados e Proceedings of 1st International Symposium on Tropical Savannas...Planaltina:EMBRAPA-CPAC, 1996. p. 372-374.
- SCALEÁ, M. J. **Plantio direto**: Cerrado. [São Paulo]: Monsanto do Brasil, 1992. 14p.
- SILVA, D. B. da; MEDEIROS, C. A ; FRANZ, C. A . B. Manejo de latossolo sob irrigação na região dos Cerrados. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF). Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1987-1990. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1994. p. 274-276.
- SILVA, J.E.; LEMAINSKI, J., RESCK, D.V.S. Perdas de matéria orgânica e suas relações com a capacidade de troca catiônica em solos da região de cerrados do Oeste baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 18, p.541-547, 1994.
- SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S. Plantio direto na região dos Cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTIO DIRETO PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL, 1., 1996, Ponta Grossa. Ponta Grossa: Peixoto, R.T.G e Castro Filho, C., eds., 1996. (no prelo)
- SOUSA, D.M.G., RITCHEY, K.D. Uso do gesso no solo. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1., 1985, Brasília, **Anais**. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. p. 119-144.
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E.; REIN, T. A ; RITCHEY, K. D. Sugestões para diagnose e recomendação de gesso em solos de Cerrado. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO GESSO NA AGRICULTURA, 2., 1992, Uberaba, MG. **Anais**. São Paulo: IBRAFOS, 1992a. p. 139-158.
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E.; RITCHEY, K. D.; REIN, T. A . Respostas de culturas anuais e leucena a gesso no cerrado. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO GESSO NA AGRICULTURA, 2., 1992, Uberaba, MG. **Anais**. São Paulo: IBRAFOS, 1992b. p. 277-306.
- WOOMER, P. L.; MARTIN, A.; ALBRECHT, A.; RESCK, D.V.S.; SHARPENSEEL, H. W. The importance and management of soil organic matter in the Tropics. In: WOOMER, P.L.; SWIFT, M.J. eds. The biological management of tropical soil fertility. New York: John Wiley & Sons, 1994. p. 47-80.