

Matéria Orgânica

O SPD mantendo o equilíbrio dinâmico da matéria orgânica

Klaus Reichardt, Luís Carlos Timm, Adriana Lúcia da Silva, Isabeli Pereira Bruno*



JOÃO CARLOS DE MORAES SA

Superfície do solo protegida pela palha em sistema Plantio Direto

O cultivo do solo para a produção agropecuária leva, invariavelmente, à modificação dos equilíbrios físico-químico-biológicos dos ecossistemas naturais, estabelecidos há milênios e que envolvem espécies animais, vegetais, solo e clima. Os ecossistemas se caracterizam pela diversidade e pela invariância no tempo, em contraposição às monoculturas, que possuem características muito distintas. A agricultura representa, em termos gerais, uma atividade que provoca alto grau de interferência no meio ambiente, ainda que seja uma atividade necessária à subsistência da espécie humana nos moldes da civilização atual (Figura 1).

Em meados do último século, o conceito de agricultura sustentável tomou fôlego. Ele pode ser assim definido: a agricultura sustentável enfoca a produção agrícola obtida por meio do emprego dos mais recentes conhecimentos científicos e práticas de manejo, pelo ângulo da não agressão ao ambiente em que é conduzida, procurando conservar, para as gerações futuras, os recursos naturais envolvidos, sem perder em competitividade e considerando aspectos socioeconômicos e culturais relativos ao homem.

O cultivo do solo evoluiu, desde os primórdios das atividades agrícolas, com o emprego de tecnologias e práticas de alto nível. Dentro da escala de avanços no preparo do solo, é possível demonstrar que o Sistema de Plantio Direto (SPD) está entre os mais avançados do ponto de vista ecológico, nada deixando a desejar, em termos agronômicos, desde que seu emprego seja possível (Figura 2). A substituição de sistemas naturais com alta diversidade por monoculturas de grande extensão deve, portanto, atender a uma série de requisitos que sejam capazes de manter o equilíbrio dinâmico, para as gerações futuras. O SPD é a forma de cultivo que mais se aproxima desse objetivo.

Na atividade agrícola, o solo é o ponto primordial, logicamente submetido a um determinado clima, que permite o cultivo de determinada planta. Os atributos físicos do solo recaem sobre os tipos de materiais porosos que o constituem, refletindo a qualidade, a quantidade e os arranjos de suas partículas formadoras, de minúsculas argilas aos fragmentos de rocha com os quais foi formado. A quantidade e a qualidade dessas partículas são determinadas pela textura do solo, ao passo que seus arranjos definem sua estrutura. Nos sistemas naturais – como florestas, cerrados e campos ocupados, em especial, por gramíneas –, a textura e a estrutura dos solos permanecem praticamente constantes ao longo do tempo, como partes de um equilíbrio importante à sua manutenção.

FIGURA 1 | INTERFACE ENTRE A MATA NATIVA E ÁREA CULTIVADA SOB PLANTIO DIRETO



JOAO CARLOS DE MORAES SA

FIGURA 2 | PRODUÇÃO DE 12.000 kg.ha⁻¹ DE GRÃOS EM SPD



JOAO CARLOS DE MORAES SA

FIGURA 3 | SOLO ABAIXO DA PALHA BEM AGREGADO COM VOLUMOSO SISTEMA RADICULAR



JOAO CARLOS DE MORAES SA

FIGURA 4 | VISTA DE CULTIVO EM PLANTIO DIRETO



JOÃO CARLOS DE MORAES SA

FIGURA 5 | SOJA DESENVOLVENDO-SE SOBRE A PALHA DA CULTURA ANTERIOR



JOÃO CARLOS DE MORAES SA

O cultivo do solo altera tanto sua textura quanto sua estrutura; a primeira, porém, é alterada em menor intensidade. A qualidade e a quantidade das partículas constituintes de determinado solo não podem ser alteradas facilmente; mas vários tipos de cultivo permitem a perda de certas classes de partículas, por erosão ou por migração, para horizontes mais profundos. Outros cultivos acrescentam partículas de matéria orgânica e, com isso, podem alterar bastante o sistema do solo, geralmente de forma positiva. A adição de matéria orgânica (MO) altera

os atributos físicos do solo, sobretudo no que se refere à sua capacidade de armazenamento de água, à condução dessa água dentro do solo e à facilidade com que o sistema radicular penetra e se desenvolve, para explorá-lo. O armazenamento de água é quantificado pelo conceito de água disponível, dado, em geral, em milímetros, que representa a fração da água da chuva ou da irrigação que penetra no solo e fica disponível para o uso das plantas.

A condução da água é definida por um conceito mais complexo, denominado condutividade hidráulica, que, em termos simples, expressa a facilidade ou a dificuldade do solo em transmitir mais ou menos água. A facilidade de penetração das raízes é um processo mecânico, medido por instrumentos denominados penetrômetros — que avaliam a pressão necessária para que o solo seja penetrado. Já a estrutura, que define o arranjo poroso determinado pelo conjunto de partículas, é altamente alterada quando se passa de um sistema natural para um sistema no qual a atividade agrícola é desenvolvida.

A estrutura define uma série de atributos fundamentais do solo que afetam os processos que determinam o potencial agrícola desse solo. Esses processos dependem da forma dos poros, do tamanho deles e da qualidade do material que os forma. Eles definem a retenção da água do solo (que é expressa pela curva de retenção de água desse solo), a condutividade hidráulica, a densidade do solo, sua compactação e penetrabilidade de raízes, além de uma lista interminável de atributos. É fácil perceber que a interligação entre todos esses atributos e os processos que determinam o potencial agrícola é grande, e que todos interferem uns nos outros. Apresenta-se, a seguir, o papel da MO sobre os atributos físicos do solo, observando o sistema de manejo.

PAPEL DA MO

Em termos gerais, a MO aumenta a capacidade de água disponível do solo, diminui sua resistência à penetração radicular e aumenta a condutividade de água no solo. Essas mudanças devem-se a um aumento da quantidade de microporos, pois as partículas do solo, depois de transformadas em húmus, passam a fazer parte das argilas com alta capacidade de retenção de água. Ocorre também o efeito cimentante, que produz maior agregação das partículas minerais, formando agregados e macroagregados, com a conseqüente melhoria da aeração do solo e maior facilidade de penetração radicular (Figura 3).

O SPD traz vários benefícios para a condição física do solo e pode ser definido como: sistema diferenciado de manejo agrícola que procura diminuir o impacto das operações agrícolas, principalmente das máquinas, evitando a exportação de resíduos culturais de baixo valor comercial, mantendo-os na superfície do solo após a colheita e realizando o novo plantio sobre eles, empregando o cultivo mínimo na linha de semeadura de culturas em rotação (Figuras 4 e 5).

Quantificar os benefícios do SPD é, porém, difícil, pois depende do tipo de solo, da cultura agrícola e do clima da região. Mas é certo que, em situações similares, o SPD sempre apresenta vantagens sobre os demais cultivos tradicionais. Seus efeitos positivos podem ser exemplificados com os trabalhos de Klein; Camara (2007), que estudaram o rendimento da soja em relação à disponibilidade de água em SPD; de Genro Júnior et al. (2004) e Silva et al. (2000), que avaliaram a resistência à penetração de um solo em SPD; de Bertol et al. (2001), que identificaram várias propriedades físicas do solo em manejos diferentes; e de Silva et al. (2000), que definiram a qualidade estrutural de um Latossolo Roxo.

Em especial, são dois aspectos do SPD que acarretam essas vantagens: o estabelecimento de uma cobertura morta sobre a superfície do solo e a mínima perturbação imposta à estrutura do solo durante as operações de cultivo mínimo. Além disso, pode-se citar a cobertura morta, constituída por restos do cultivo precedente, que melhora as propriedades da interface solo-atmosfera, mudando seu albedo (refletividade da radiação solar incidente), sua condutividade térmica e sua vulnerabilidade às perdas de solo e da água da chuva ou da irrigação (Figura 5).

Com isso, principalmente nos estágios iniciais de desenvolvimento das culturas anuais, a temperatura da camada superior de solo (0–5 cm) é mais amena e esse tipo de cultivo se torna mais eficiente na absorção da água e no controle da erosão. A camada superficial é responsável pelo acréscimo de MO ao solo. Devido ao lento processo de decomposição, cultivo após cultivo, ela se transforma em húmus, que, por sua vez, melhora a retenção de água, propicia a formação dos agregados (Figura 6) e torna a camada superficial do solo menos densa, mais condutiva em relação à água e mais leve para a penetração radicular, que explora um volume maior.

FIGURA 6 | MACROAGREGADOS DE 2 A 8 MM, ENCONTRADOS SOB A CAMADA DE PALHA



JOÃO CARLOS DE MORAES SÁ

A perturbação mínima da estrutura do solo deve-se ao tipo de preparo ocorrido nas operações de cultivo, que no SPD se resume a um rasgo de profundidade variável para as operações de correção do solo, adubação e sementeira. Assim, mais de 90% da camada de solo – que nos outros sistemas de manejo é drasticamente revolvida e pulverizada – permanece com sua estrutura preservada. A mineralização do sistema radicular da cultura anterior deixa canais que se juntam à macroporosidade dos agregados, aumentando a aeração e a infiltração da água. 🌱

* **Klaus Reichardt** é professor aposentado da USP/ESALQ (klaus@cena.usp.br); **Luis Carlos Timm** é professor da UFPEL, em Pelotas, RS (letimm@ufpel.edu.br); **Adriana Lúcia da Silva** é professora do Cotil/Unicamp e pós-doutora do Cena/USP, em Piracicaba, SP (adriana.lucia.silva@gmail.com) e **Isabeli Pereira Bruno** é doutoranda da USP/ESALQ (ipbruno@esalq.usp.br).

Agradecimento

Os autores agradecem à cortesia de João Carlos de Moraes Sá, pela cessão das fotografias presentes neste artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTOL, I., et. al. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. *Sci. Agr.*, v. 58, p. 555-560, 2001.
- GENRO JÚNIOR, S. A. et. al. Variabilidade temporal da resistência à penetração de um Latossolo Argiloso sob sementeira direta com rotação de culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 28, p. 477-484, 2004.
- KLEIN, V. A.; CAMARA, R. K. Rendimento da soja e intervalo hídrico ótimo em Latossolo Vermelho sob plantio direto escarificado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, p. 221-227, 2007.
- SILVA, M. L. N. et. al. Sistemas de manejo e qualidade estrutural de Latossolo Roxo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, p. 2485-2492, 2000.
- SILVA, V. R. da et. al. Resistência mecânica do solo à penetração influenciada pelo tráfego de uma colhedora em dois sistemas de manejo. *Ciência Rural*, v. 30, p. 795-801, 2000.