

Infiltração de água do solo afetada pelo sentido de semeadura e compactação sob chuva simulada

SANTANA, P. S.¹; SANTOS, E. L.²; VENDRAME, R.³; CONTE, O.⁴; BALBINOT JUNIOR, A. A.⁴; DEBIASI, H.⁴; FRANCHINI, J. C.⁴

¹UniFil-Centro Universitário Filadélfia, Londrina, PR, santagro.ago.ps@hotmail.com; ²FAG-Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel, PR; ³UEM-Universidade Estadual de Maringá, Cidade Gaúcha, PR; ⁴Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, PR.

Introdução

É importante aumentar a conscientização de produtores e técnicos, sobre a necessidade de se manter a qualidade do solo e reduzir as perdas por erosão, pois no Brasil, estima-se que a erosão tem gerado perdas anuais de 500 milhões de toneladas de solo e de oito milhões de toneladas de adubo aplicado nas lavouras (Dechen, 2015), causando prejuízos ao ambiente (assoreamento e contaminação de rios, córregos, lagos), à agricultura (limitação do potencial produtivo e maior risco de perdas por seca) e ao consumidor (maior preço dos alimentos).

O sistema plantio direto (SPD), para ser considerado de fato conservacionista, deve ser planejado para atender os seus fundamentos: mínimo revolvimento, a manutenção de plantas vivas o maior período possível na área, cobertura morta permanente e a diversificação de culturas, além da utilização de práticas mecânicas para o controle do escoamento de água, como o sistema de terraceamento bem dimensionado e a semeadura em nível. Com isso, espera-se minimizar as perdas de água e solo a níveis compatíveis com a sustentabilidade de produtividade dos sistemas produtivos.

O sentido de semeadura influencia diretamente o escoamento superficial e, conseqüentemente, na intensidade da erosão hídrica (Barbosa et al., 2010). A semeadura realizada no sentido do declive do terreno (semeadura em desnível) facilita o escoamento superficial em relação à semeadura realizada no sentido transversal ao declive (semeadura em nível). Os sulcos deixados pela semeadora na semeadura em desnível facilita a concentração de água no local, favorecendo o escoamento superficial, gerando maior energia ciné-

tica, desagregando e transportando maior quantidade de sedimentos quando comparado com a semeadura em nível (Luciano et al., 2009).

A taxa de infiltração de água é considerada um bom indicador de qualidade do solo, pois reflete propriedades diretamente associadas às funções desempenhadas por este recurso natural nos sistemas de produção, como a distribuição de poros com tamanho favorável ao crescimento de raízes. A dependência espacial da taxa de infiltração de água no solo é atribuída não apenas a processos de formação do solo, mas também aos sistemas de manejo. No entanto, a infiltração pode ser limitada pela compactação do solo, que reduz a porosidade total, a macroporosidade, a aeração e a condutividade hidráulica (Franchini et al., 2009), pelo comprometimento da qualidade estrutural do solo. Adicionalmente, métodos visuais de avaliação da qualidade estrutural do solo, como o DRES (diagnósticos rápido da estrutura do solo), são rápidos e de fácil reconhecimento dos efeitos dos diferentes sistemas de produção nas condições estruturais do solo. Auxilia no processo de tomada de decisão em relação às ações de correção ou melhoria da qualidade do manejo do solo de áreas agrícolas, com ênfase para aquelas cultivadas em SPD (Ralisch et al., 2017).

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos do sentido de semeadura e da compactação do solo sobre a infiltração de água em chuva simulada.

Material e Métodos

O presente estudo foi realizado na Unidade de Difusão Tecnológica da Cocamar, em Floresta/PR (23°55' S e 52°04' O, 390 m de altitude média), sobre um Latossolo Vermelho distroférrico muito argiloso >70%. O clima da região é do tipo Cfa (subtropical úmido), segundo a classificação de Köppen.

As unidades experimentais foram constituídas por duas macroparcelas com 14 x 14 m, totalizando 196 m². As macroparcelas foram manejadas de forma diferente: 1) Macroparcela não compactada (MPNC): cultivo de soja no verão e, desde 2015, de milho em consórcio com a forrageira *Urochloa ruzizien-sis* na 2ª safra, sem compactação adicional pelo tráfego de máquinas; 2) Macroparcela compactada (MPC), cultivada com soja no verão e milho soltei-

ro na segunda safra desde 2015, sendo submetida à compactação adicional pelo tráfego de nove passadas de colhedora autopropelida de grãos (modelo TC 57) com massa total de 10,44 Mg. A compactação foi realizada antes da semeadura da soja safra 2017/18, dois dias após a aplicação de 60 mm de água via aspersão.

O DRES foi realizado em janeiro de 2018, através da coleta de três amostras de solo (camada de 0,0-0,25 m de profundidade) em cada macro parcela. As camadas foram identificadas, obtidas suas espessuras e atribuído notas de qualidade estrutural para cada camada (Q_{e_c}), conforme Ralisch et al. (2017). A partir dessas informações, foi determinado o Índice de Qualidade Estrutural do solo da Amostra (IQEA) e, através da média dos IQEAs, foi calculado o Índice de Qualidade Estrutural do solo (IQES) na macro parcela.

A determinação da taxa de infiltração estável (TIE) do solo foi realizada em janeiro de 2018, sob chuva simulada de 120 mm h^{-1} , aplicada durante 1 hora sobre um conjunto de duas microparcels (1 x 1 m) instaladas lado a lado em cada macroparcela, nas quais a cultura do milho foi semeada em nível ou desnível (Figura 1a). A semeadura do milho foi feita manualmente no espaçamento de 0,45 m entre linhas, dez dias antes da avaliação da TIE, sendo os sulcos (0,08 m de profundidade e 0,10 m de largura) abertos com auxílio de sacho. Após a semeadura, as microparcels foram cobertas com palha de braquiária *ruziensis* em quantidade equivalente a 8 Mg ha^{-1} . As microparcels foram delimitadas 30 dias antes da simulação de chuva, por uma base confeccionada em chapas de aço nº 18, de 0,2 m de altura, dos quais 0,15m foram cravados no solo (Figura 1a). A declividade da área delimitada foi de $0,03 \text{ m m}^{-1}$. A água da chuva simulada que escoou foi coletada por uma calha acoplada à jusante da base delimitadora da microparcela, transversalmente e abaixo da superfície do terreno (Figura 1a). Por meio de uma mangueira conectada à saída da calha, a água escoada foi conduzida e armazenada em recipiente graduado.

Para cada conjunto de duas microparcels, foi instalado um simulador de chuva, *construído conforme os princípios* descrito por Meyer e Harmon (1979) e Souza (2004), com armação retangular e altura de três metros; bico aspersor tipo VeeJet 80- 150 com 12,7 mm de diâmetro interno, que atua sob uma pressão de 41 kPa, acoplado no centro do equipamento; e moto bomba que capta água de um reservatório e injeta no bico com pressão de saída

constante em 4 kgf/cm^2 (6 PSI), monitorada por manômetro. A intensidade de chuva desejada é alterada pelo número de oscilações do bico por unidade de tempo que, por sua vez, é regulado pelo aumento ou diminuição da distância que o eixo percorre, através de uma chapa de aço circular com diversos orifícios dispostos no seu perímetro (Figura 1b). Nas condições especificadas, e considerando a intensidade de precipitação utilizada neste estudo (120 mm h^{-1}), o bico fornece uma energia de impacto de $200 \text{ kJ ha}^{-1} \text{ mm}$ (Meyer; Harmon, 1979). Essa energia equivale a 75% da energia fornecida por uma chuva natural de igual intensidade (Souza, 2004).

A primeira leitura do volume de água escoado foi realizada 10 min após o início da chuva e, depois, a cada 5 minutos, por um período total de 1 h. A taxa de infiltração foi obtida pela diferença entre o volume de água da chuva e o de escoamento na unidade de tempo, sendo os valores expressos em mm h^{-1} e plotados em função do tempo de medição, gerando assim a curva de infiltração de água no solo. A TIE, por sua vez, foi equivalente ao volume de água infiltrado na unidade de tempo (mm h^{-1}) no segmento reto da curva de infiltração, observada próximo ao final do período de avaliação. O volume de água na unidade de tempo (mm h^{-1}) escoado quando a TIE foi atingida foi considerado, neste trabalho, como sendo a taxa de escoamento superficial de água potencial (TESP) na intensidade de precipitação utilizada no ensaio (120 mm h^{-1}).

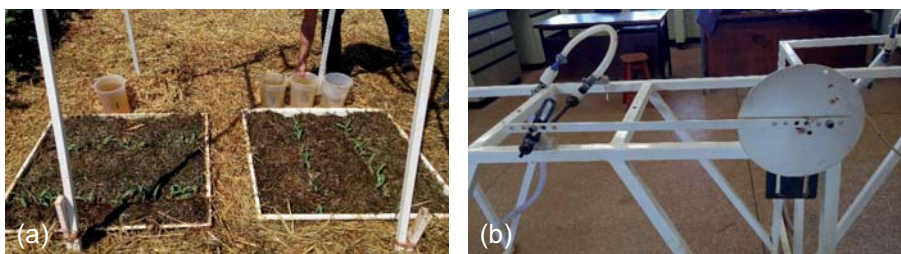


Figura 1. Disposição da delimitação das parcelas no campo e do sentido de semeadura do milho (a), e detalhes da regulagem para determinação da intensidade de chuva.

Resultados e Discussão

Na MPNC, foi obtido o IQES de 4,0 que, conforme Ralisch et al. (2017), indica uma boa qualidade estrutural do solo (Tabela 1). No entanto, para esta área, a recomendação de melhoria seria intensificar o uso de sistemas diversificados de produção com alta capacidade de aporte de fitomassa aérea e de raízes (ex. gramíneas), o que requer alterações na estratégia de rotação e consorciação de culturas adotada no sistema de produção.

Tabela 1. Índice de qualidade estrutural do solo (IQES) conforme o sistema de manejo adotado na área, determinado pela aplicação do diagnóstico rápido da estrutura do solo (DRES). Floresta-PR., 2018.

Manejo do solo ⁽¹⁾	IQES	Qualidade estrutural ⁽²⁾
MPNC	4,0	Boa
MPC	2,2	Ruim

⁽¹⁾ MPNC= macroparcela sem compactação adicional por tráfego de máquinas e manejada na sucessão soja/milho 2ª safra + braquiária desde 2015; MPC = macroparcela com compactação adicional pelo tráfego de nove passadas de colhedora autopropelida de grãos (modelo TC 57) com massa total de 10,44 Mg, e cultivo na sucessão soja/milho 2ª safra. ⁽²⁾Conforme Ralisch et al. (2017).

A área MPC obteve um IQES de 2,2 e, portanto, a qualidade estrutural do solo foi classificada como ruim (Tabela 1). Neste caso, a recomendação de melhoria seria a realização de um diagnóstico da área, incluindo as condições químicas e físicas no perfil, revisando as práticas conservacionistas do solo (ex. terraceamento, alocação de estradas e operações em nível), racionalizando o tráfego de máquinas agrícolas e priorizando o aumento da diversidade de espécies vegetais, com o uso de plantas recuperadoras, em relação ao emprego de práticas mecânicas (Ralisch et al., 2017).

A semeadura realizada em nível aumentou a TIE nos dois sistemas de manejo do solo (Figuras 2a e 2b). Na MPNC, a semeadura em nível proporcionou um aumento na TIE de aproximadamente 33 mm h⁻¹ (92%). As diferenças entre a semeadura em nível e desnível foram ainda maiores na MPC, equivalendo a quase sete vezes (40 mm h⁻¹). Em contrapartida, a TESP apresentou comportamento inverso, com os menores valores ocorrendo na semeadura em nível. Em termos relativos, observa-se que a TESP foi equivalente a aproximadamente 70 e 95% da intensidade de precipitação quando o milho foi semeado em desnível na MPNC e MPC, respectivamente (Figura 3).

Esses valores foram reduzidos para, respectivamente, 42 e 60% quando a semeadura foi realizada em nível. Esses resultados demonstram a importância da semeadura em nível para aumento da taxa de infiltração e redução do escoamento superficial de água, mesmo em áreas sob SPD com alta quantidade cobertura morta e baixa declividade. Neste sentido, o sulco gerado pela semeadura em nível produz rugosidade no solo, comportando-se como micro terraços, diminuindo a velocidade da água e facilitando a sua infiltração. Marioti et al. (2013) constataram que a semeadura em nível diminuiu em até 15% o escoamento superficial.

A qualidade estrutural do solo também exerceu grande efeito na TIE e, conseqüentemente, na TESP (Figuras 2 e 3). A compactação do solo reduziu a TIE em cerca de 20 e 30 mm h⁻¹ na semeadura em nível e desnível, respectivamente. Solos compactados apresentam menor volume de poros, especialmente os de maior diâmetro (macroporos), o que limita o processo de infiltração de água (Brandão et al., 2006). Entretanto, é interessante observar que a TIE na parcela compactada e cultivada em nível foi maior em relação à não compactada mas cultivada em desnível, evidenciando que, nas condições deste trabalho, o sentido de semeadura foi mais importante do que a qualidade estrutural como fator determinante do processo de infiltração de água no solo.

As perdas de solo foram maiores quando houve a semeadura em desnível (Figura 4a). Independentemente do manejo, a semeadura em desnível resultou em perdas de solo 95% superiores à semeadura em nível. Marioti et al. (2013), avaliando a forma de semeadura, constataram que a semeadura em nível diminuiu em 74,6% as perdas de solo. Na semeadura em desnível, a quantidade de solo perdido foi maior no MPC em relação ao MPNC, porém as diferenças foram menores quando comparadas às perdas de água por escoamento (Figuras 2 e 3). É provável que o maior escoamento superficial na MPC tenha sido compensado, em parte, pela maior resistência ao cisalhamento da superfície do solo resultante do maior grau de compactação (Sanchez-Girón, 1998), o que dificulta a desagregação pela energia cinética do escoamento.

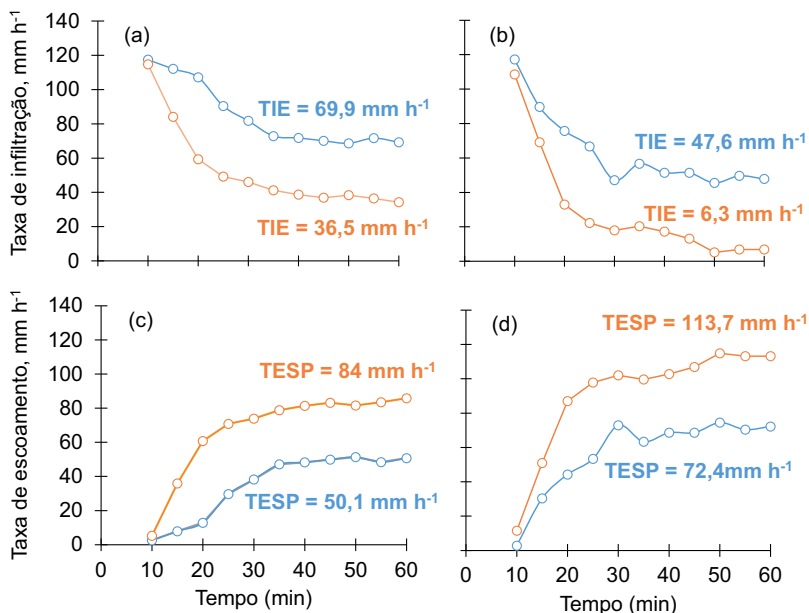


Figura 2. Taxa de infiltração (a,b) e de escoamento (c,d) nas macroparcelas não compactada (a,c) e compactada (b,d) em função do sentido de semeadura da cultura do milho. Floresta-PR, 2018. TIE = taxa de infiltração estável; TESP = taxa de escoamento potencial para a intensidade de precipitação utilizada (120 mm h⁻¹).

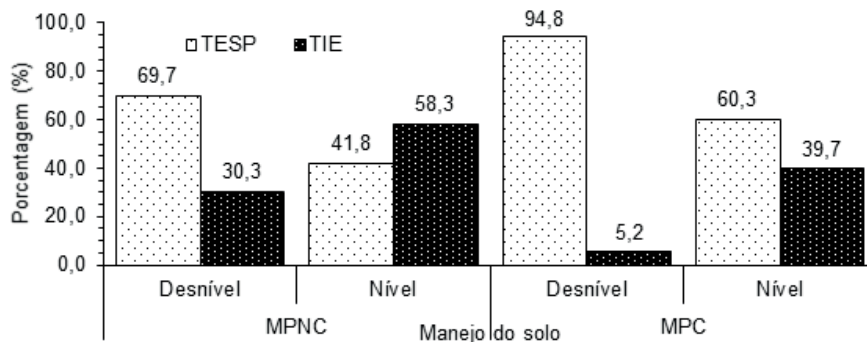


Figura 3. Porcentagem da infiltração de água no solo e do escoamento superficial conforme o sentido de semeadura e o manejo do solo. Floresta-PR. 2018. TIE = taxa de infiltração estável; TESP = taxa de escoamento potencial para a intensidade de precipitação utilizada (120 mm h⁻¹). MPNC= macroparcela sem compactação adicional por tráfego de máquinas e manejada na sucessão soja/milho 2ª safra + braquiária desde 2015; MPC = macroparcela com compactação adicional pelo tráfego de nove passadas de colhedora autopropelida de grãos (modelo TC 57) com massa total de 10,44 Mg, e cultivo na sucessão soja/milho 2ª safra.

Conclusão

A semeadura em desnível diminui a taxa de infiltração estável (TIE), o que ocorre de maneira mais acentuada em solos fisicamente degradados. A compactação do solo, provocado pelo tráfego e sistemas de produção com baixo aporte de fitomassa da parte aérea e raízes, reduz a taxa de infiltração estável (TIE). O índice de qualidade estrutural do solo (IQES), determinado pelo diagnóstico rápido da estrutura do solo (DRES), mostrou ser um bom indicativo de infiltração de água no solo.

Referências

BARBOSA, F.T.; BERTOL, I.; LUCIANO, R.V.; PAZ-FERREIRO, J. Proporção e tamanho de sedimentos e teor de carbono orgânico na enxurrada e no solo para dois cultivos e duas formas de semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 5, p. 1701-1710, 2010.

BRANDÃO, V. dos S. **Infiltração da água no solo**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. 120 p.

DECHEN, S. C. F.; TELLES, T. S.; GUIMARÃES, M. F.; DE MARIA, I. C. Losses and costs associated with water erosion according to soil cover rate. **Bragantia**, v. 74, p. 224-233, 2015.

FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; SACOMAN, A.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. **Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca**. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 39 p. (Embrapa Soja. Documentos, 314).

LUCIANO, R. V.; BERTOL, I.; BARBOSA, F. T.; VÁZQUEZ, E. V.; FABIAN, E. L. Perdas de água e solo por erosão hídrica em duas direções de semeadura de aveia e ervilhaca. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 669-676, 2009.

MARIOTI, J.; BERTOL, I.; RAMOS, J. C.; WERNER, R. S.; PADILHA, J.; FLORES, M. C.; BANDEIRA, D. H. Erosão hídrica em semeadura direta de milho e soja nas direções da pendente e em contorno ao declive, comparada ao solo sem cultivo e descoberto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 1361-1371, 2013.

MEYER, L. D.; HARMON, W. C. Multiple intensity rainfall simulator for erosion research on row sideslopes. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 22, n. 1, p. 100-103, 1979.

RALISCH, R.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; TOMAZI, M.; HERNANI, L. C.; MELO, A. da S.; SANTI, A.; MARTINS, A. L. da S.; DE BONA, F. D. **Diagnóstico rápido da estrutura do solo - DRES**. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 63 p. (Embrapa Soja. Documentos, 390).

SÁNCHEZ-GIRÓN, V.; ANDREU, E.; HERNANZ, J. L. Response of five types of soil to simulated compaction in the form of confined uniaxial compression test. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 48, n. 1/2, p. 37-50, 1998.

SOUZA, M. D. de. **Desenvolvimento e utilização de um simulador de chuvas para estudos de atributos físicos e químicos do solo relacionados a impactos ambientais**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 20 p. il. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 37).