

Erosão hídrica em sistemas de preparo do solo sob chuva simulada no Cerrado Piauiense

Water erosion in soil tillage systems under simulated rainfall in the Cerrado Piauiense

DOI:10.34117/bjdv7n1-160

Recebimento dos originais: 10/12/2020

Aceitação para publicação: 09/01/2021

João Lucas da Silva Pereira

Formação acadêmica mais alta: Mestre em solos e nutrição de plantas

Endereço completo: Rua Luiz Amaro N. 1409, Bom Jesus, PI

Email: jlucas011@hotmail.com

Jaqueline Dalla Rosa

Formação acadêmica mais alta: Doutora em Ciência do Solo

Instituição de atuação atual: Universidade Federal do Sul do Bahia

Endereço completo (institucional): Centro de Formação em Ciências Agroflorestais – CFCAf,

CEPLAC-CEPEC, Rodovia Ilhéus-Itabuna, Km 22

Ilhéus, BA

Email: jaqueline.rosa@ufsb.edu.br

João Carlos Medeiros

Formação acadêmica mais alta: Doutor em Ciência do Solo

Instituição de atuação atual: Universidade Federal do Sul do Bahia

Endereço completo (institucional): Centro de Formação em Ciências Agroflorestais – CFCAf,

CEPLAC-CEPEC, Rodovia Ilhéus-Itabuna, Km 22

Ilhéus, BA

Email: joao.medeiros@ufsb.edu.br

Julian Junio de Jesus Lacerda

Formação acadêmica mais alta: Doutor em Ciência do Solo

Instituição de atuação atual: Universidade Federal do Piauí

Endereço completo (institucional): Rodovia Municipal Bom Jesus, km 1

Planalto Horizonte, Bom Jesus, PI

Email: julianlacerda@gmail.com

Maria de Nazaré Gomes de Sousa

Formação acadêmica mais alta: Engenheira Agrônoma/Mestranda em
Ciência do Solo

Instituição de atuação atual: Universidade Federal Rural de Pernambuco

Endereço completo (institucional): Rua Dom Manuel de Medeiros - Dois

Irmãos, Recife - PE, 52171-900

Email: mn.agro23@gmail.com

Paula Caroline Ferreira Rodrigues

Formação acadêmica mais alta: Mestre em Ciência do solo /Doutoranda em Ciência do

Solo

Instituição de atuação atual: Universidade Federal Rural de Pernambuco
Endereço completo (institucional): Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos,
Recife - PE, 52171-900
Email: paula.caroline91@gmail.com

Elias Gomes de Oliveira Filho

Formação acadêmica mais alta: Mestre em solos e nutrição de plantas/Doutorando em
produção vegetal
Instituição de atuação atual: Universidade Estadual de Santa Cruz
Endereço completo (institucional): Avenida Itabuna, 1522, Malhado, Ilhéus BA, Cep:
45650-050
Email: eliasoliveira.agro@gmail.com

Daiane Conceição de Sousa

Formação acadêmica mais alta: Mestre em solos e nutrição de
plantas/Doutoranda em Biosistemas
Instituição de atuação atual: Universidade Federal do Sul da Bahia
Endereço completo (institucional): Centro de Formação em Ciências Agroflorestais –
CFCAf,
CEPLAC-CEPEC, Rodovia Ilhéus-Itabuna, Km 22, Ilhéus, BA
Email: dcsousa.solum@gmail.com

RESUMO

A presença de cobertura do solo associada ao não revolvimento pode tornar o solo mais resistente aos processos erosivos, diminuindo as perdas de solo, água e nutrientes. O objetivo do estudo foi avaliar as perdas de solo por erosão hídrica sob chuva simulada, em função do preparo do solo no Cerrado piauiense. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com parcelas subdivididas no tempo e quatro repetições. Nas parcelas estabeleceu-se o preparo do solo: preparo convencional do solo (PC), cultivo mínimo (CM) e sistema de plantio direto (SPD). Nas subparcelas, 10 intervalos de tempo sob chuva simulada, com intensidade de 68 mm h^{-1} (6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54 e 60 minutos), totalizando 120 unidades experimentais. O volume de água escoado em cada intervalo foi utilizado para estimar a infiltração, o escoamento superficial e a perda de solo. Em cada parcela também foram determinados carbono orgânico total (COT), densidade do solo (Ds), porosidades (macro e total) e resistência à penetração do solo (RP). O PC apresentou a menor infiltração de água (32,9 mm), o maior escoamento superficial (33,9 mm) e maiores perdas de solo ($3,48 \text{ Mg ha}^{-1}$). A maior infiltração (43,9 mm) e o menor escoamento superficial ocorreram no CM (25,2 mm). O solo sob SD apresentou escoamento e infiltração de água intermediários, (25,4 mm e 41,5 mm, respectivamente), no entanto, foi que apresentou menor perda de solo ($0,12 \text{ Mg ha}^{-1}$). Os sistemas conservacionistas com menor revolvimento reduzem as perdas de solo por erosão hídrica.

Palavras-chave: Cobertura do solo, sistema de plantio direto, preparo convencional.

ABSTRACT

Soil cover associated with no-tillage can keep the soil more resistant to erosion, reducing soil, water and nutrient losses. The purpose of the study was evaluated soil losses due to water erosion under simulated rainfall, in soil tillage systems in the Cerrado Piauiense. The experimental design was a randomized block with plots subdivided in the time and

four replications. In the plots, soil tillage was established: conventional soil, minimum tillage and no-tillage system. In the subplots, were applied 10 time intervals of the simulated rainfall, with an intensity of 68 mm h^{-1} (6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54 and 60 minutes), totaling 120 experimental units. The surface runoff in each interval was used to estimate infiltration, runoff and soil loss. In each plot, total organic carbon (TOC), bulk density (Ds), soil resistance to penetration (RP), macroporosity and total porosity were also determined. The conventional tillage presented the lowest water infiltration (32.9 mm), the largest runoff (33.9 mm) and soil losses (3.48 Mg ha^{-1}). The largest infiltration water (43.9 mm) and the smallest runoff occurred in the minimum tillage (25.2 mm). The soil under no-tillage showed intermediate runoff and water infiltration (25.4 mm and 41.5 mm, respectively), however, the lowest soil loss (0.12 Mg ha^{-1}). Conservationists systems with low disturbance reduce soil losses from water erosion.

Keywords: soil coverage, no-tillage, conventional tillage.

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado nordestino tem apresentado nos últimos 20 anos grande expansão agrícola, com abertura de novas áreas, retirada da vegetação natural e adoção de cultivos agrícolas. Atualmente, dentro desse bioma, existe a última fronteira agrícola do país, denominada de MATOPIBA, uma área superior à 73 milhões de hectares, entre os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, com expressiva produção de soja, milho e algodão (Pereira, et al. 2018).

A mudança de uso do solo pela retirada de vegetação natural pode degradar o solo e alterar o ciclo hidrológico favorecendo o escoamento superficial (Araujo Neto et al., 2013). Uma forma de evitar a degradação dos solos que sofreram mudança de uso é a utilização de sistemas conservacionistas, que prezam pelo revolvimento reduzido e inclusão de plantas de cobertura em planos de rotação de culturas. De maneira geral, a presença dos resíduos vegetais sobre a superfície do solo resulta na diminuição da erosão hídrica, principalmente, pelo efeito que a palha exerce em amenizar o impacto das gotas de chuva e a velocidade do escoamento superficial (Dechen et al., 2015; Ramos et al., 2014; Panachuki et al., 2011) especialmente em relevo mais plano.

Dessa forma, muitos estudos têm destacado a capacidade do sistema de plantio direto em promover melhoria na estrutura do solo, aumento da infiltração e retenção de água na camada superficial e redução da formação de crostas pela degradação da superfície do solo (Franchini et al., 2009; Engel et al., 2009) e como consequência redução das perdas de solo. O sistema de preparo mínimo, também considerado como sistema conservacionista, é caracterizado pelo mínimo revolvimento do solo, com manutenção parcial da palhada na superfície do solo e alta rugosidade (Dalla Rosa et al.,

2012). Dessa forma, favorece também o armazenamento de água no microrrelevo superficial, favorecendo a infiltração e como consequência a redução das perdas de solo e água por erosão hídrica, a depender da intensidade da precipitação e umidade antecedente do solo. Já o preparo convencional do solo é desprovido de cobertura vegetal em superfície devido ao revolvimento constante e incorporação dos resíduos culturais. Com isso há favorecimento da desagregação da camada superficial, formação de crostas que interferem na dinâmica da porosidade superficial, com a redução dos macroporos e aumenta dos microporos (Dalla Rosa et al., 2017) e como consequência redução da infiltração da água (Sobrinho Alves et al., 2003) e aumento das perdas de água e solo (Bertol et al., 1997; Pinheiro et al., 2016).

Vários estudos têm sido realizados a fim de avaliar os processos envolvidos com a degradação do solo pela chuva e as perdas por erosão, em diferentes sistemas de preparo do solo (Amaral et al., 2008; Bertol et al., 1997; Bertol et al., 2008, Panachuki et al., 2011; Almeida et al., 2016; Pinheiro et al., 2016). Apesar do reconhecimento do sistema de plantio direto em proporcionar vários benefícios à qualidade do solo e redução da erosão hídrica, na região do MATOPIBA, esses estudos ainda são necessários para demonstrar a real eficiência dos principais sistemas de preparo utilizados em reduzir a erosão. Dessa forma, poderão ser recomendados a fim de reduzir a degradação dos solos da região.

Portanto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a erosão hídrica sob chuva simulada, em sistemas de preparo do solo no Cerrado piauiense.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na estação experimental do *campus* Prof^a. Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI, situado nas coordenadas geográficas **09°04'53,04"S e 44°19'40,81"W**. O clima da região é caracterizado como tropical quente e seco, com estação seca bem definida (Aw de acordo com a classificação de Köppen), com temperatura média anual de 26,6 °C e precipitação média de 945 mm ano⁻¹. **O relevo da área possui declividade média de 3%. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo franco-arenoso (Embrapa, 2013).**

Antes da instalação do experimento a área foi cultivada com milho em sistema convencional de preparo do solo (aração e gradagem). Foi utilizada a cultivar BRS 1030, semeado em linha, com espaçamento 0,30 m entre plantas e 0,45 m entre linhas. Após a colheita do milho os restos culturais foram mantidos na superfície do solo. Sob a palhada de milho foi implantado o experimento para avaliação das perdas de água e solo.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcela subdividida e quatro repetições. Os tratamentos constaram de três formas de preparo do solo: preparo convencional (PC) realizado com três passadas de grade aradora; cultivo mínimo (CM) realizado com uma passada de grade niveladora e sistema de plantio direto (SPD) sem revolvimento; e dez intervalos de tempo sob chuva simulada (6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54 e 60 minutos). Cada parcela experimental consistiu em uma área de 0,70 m² delimitada por chapa de aço galvanizado. Em uma das laterais da parcela, havia um coletor de escoamento, no qual foi posicionado um recipiente para coleta da enxurrada. No dia anterior à simulação de chuva foi aplicada uma lâmina de irrigação de 20 mm nas três áreas para padronizar a umidade do solo em toda área experimental.

A chuva simulada foi aplicada com um simulador de chuvas portátil, modelo *InfliAsper*, desenvolvido por Alves Sobrinho et al. (2008). A intensidade da chuva utilizada foi calibrada para 68 mm h⁻¹, com duração de 60 minutos a partir do início do escoamento superficial. O valor da intensidade de chuva selecionado simulou a intensidade das chuvas que normalmente ocorrem no local do experimento nos meses mais chuvosos. Foram avaliados a lâmina de água infiltrada, o escoamento superficial e a perda de solo conforme Panachuki et al. (2011).

Para avaliar o escoamento superficial de água em cada tratamento foi coletado o volume de água escoada em cada intervalo de tempo e armazenado em recipientes plásticos com capacidade de um litro. A água escoada em cada parcela foi coletada durante 60 minutos, de modo que, foi medido o volume escoado durante um minuto, com intervalo entre medidas de um minuto. A cada 6 minutos, após a medida do volume escoado, uma amostra foi armazenada para determinação da massa de solo perdida. O volume coletado nos recipientes foi medido, no campo, com auxílio de uma proveta graduada. No laboratório, as amostras foram secas em estufa, com circulação de ar, a 105°C, e posteriormente pesou-se a massa de solo, para cálculo da perda em cada parcela. A lâmina de água infiltrada foi calculada a partir dos valores de precipitação aplicada e do volume de água escoado (Panachuki et al., 2011).

Após a aplicação das chuvas, em cada parcela foi coletada a cobertura morta remanescente para determinar a massa seca. O material foi seco em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até peso constante para determinação da massa seca remanescente.

Também foram coletadas em cada parcela amostras deformadas e indeformadas de solo na camada de 0-0,10 m, para a determinação da distribuição granulométrica do

solo, carbono orgânico total (COT), densidade do solo (Ds), porosidades (macro e total) e resistência à penetração do solo (RP).

A distribuição granulométrica do solo foi realizada através da metodologia de Gee e Bauder (1965). O COT foi determinado pela oxidação com aquecimento das amostras com dicromato de potássio e titulação com sulfato ferroso amoniacal, segundo o método modificado de Yeomans e Bremner (1988). Para análise da RP, as amostras foram saturadas no laboratório e submetidas à tensão de 10 kPa em câmaras de Richards (KLUTE, 1986). Após atingir o equilíbrio, foi determinada a RP conforme metodologia descrita em Tormena et al. (2007). A Ds foi determinada conforme metodologia de Blake e Hartge (1986). A macroporosidade (Ma) e a porosidade total (PT) do solo foram determinadas conforme metodologia descrita em EMBRAPA, (1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade. O escoamento superficial de água, a infiltração e as perdas de solo, em função do tempo de chuva simulada, foram analisados através de regressões exponenciais. Também foi realizada a análise de componentes principais dos atributos do solo avaliados juntamente com os dados de escoamento, infiltração e perdas de solo (Ferreira et al., 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação de preparo do solo e tempo de chuva, para infiltração, escoamento e perda de solo acumulada (Tabela 1). O efeito do preparo foi significativo para escoamento e infiltração instantâneos e perda de solo instantânea e acumulada. Já o tempo de chuva foi significativo para todas as variáveis medidas, exceto perda de solo instantânea.

Tabela 1. Análise de variância para escoamento superficial, infiltração de água e perda de solo, instantâneos e acumulados, em sistemas de preparo do solo, após chuva simulada de 68 mm h⁻¹.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio				PS-inst (Mg ha ⁻¹)	PS-acu (Mg ha ⁻¹)
		Esc-Inst (mm)	Inf-inst (mm)	Esc-acu (mm)	Inf-acu (mm)		
Bloco	3	0,194 ^{ns}	0,194 ^{ns}	139,72 ^{ns}	139,72 ^{ns}	3,3e-5 ^{ns}	0,066 ^{ns}
Preparo (P)	2	0,408*	0,408*	333,49 ^{ns}	333,49 ^{ns}	3,9e-2**	38,781**
Erro 1	6	0,063	0,063	96,00	96,00	1,3e-4	0,180
Tempo (T)	9	0,155**	0,155**	979,78**	1614,87**	6,7e-5 ^{ns}	2,025**
P*T	18	0,003 ^{ns}	0,003 ^{ns}	15,88**	15,88**	6,8e-5 ^{ns}	1,361**
Erro 2	81	0,007	0,007	4,52	4,52	6,1e-5	0,003
Total	119						
CV 1 (%)		52,51	38,56	75,54	42,06	52,1	60,39
CV 2 (%)		18,50	13,59	16,39	9,13	35,37	8,72
Média Geral		0,47	0,653	12,97	23,29	0,22	0,70

*significativo ao nível de 0,05, ** significativo ao nível de 0,01, ns não significativo. Esc-Inst: Escoamento instantâneo; Inf-inst: Infiltração acumulada; Esc-acu: Escoamento acumulado; Inf-acu: Infiltração acumulada; PS-inst: Perda de solo instantânea; PS-acu: Perda de solo acumulada.

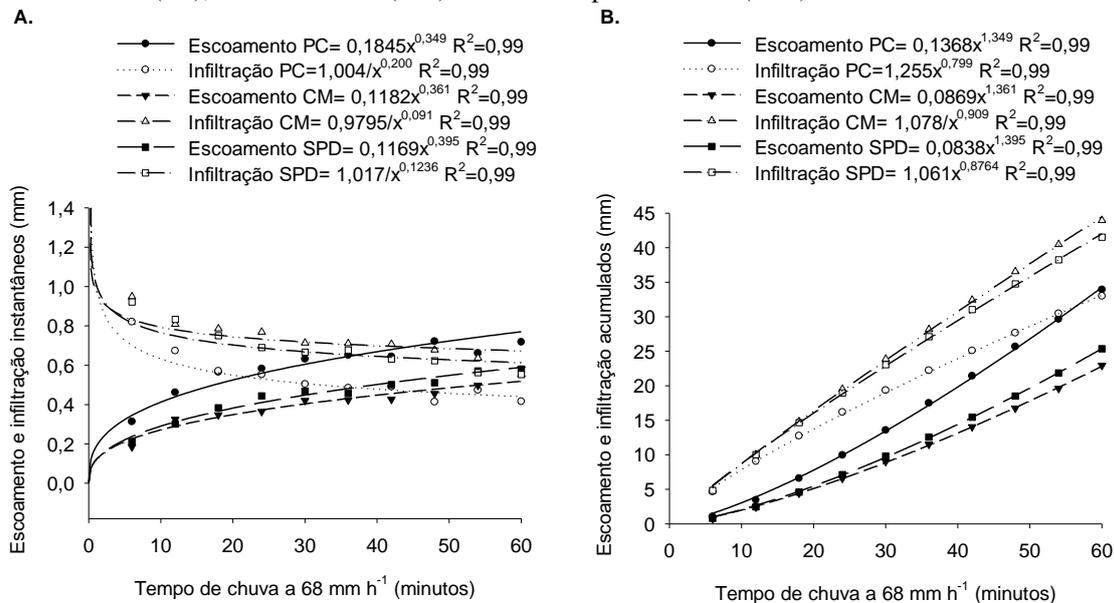
A infiltração e o escoamento instantâneos diferem entre os sistemas de preparo, já em 6 minutos após o início da chuva. Com maior infiltração em CM e SPD comparados ao PC. Conseqüentemente o escoamento é maior no PC em relação aos outros dois sistemas menos revolvidos (Figura 1 A). Tal característica mantém-se até o final do evento chuvoso.

Assim como a infiltração instantânea, a acumulada foi maior no CM e SPD comparada ao PC, a partir de 18 minutos de início do evento chuvoso (Figura 1B).

Ao final do evento chuvoso a infiltração acumulada foi maior em CM e SPD, com 43,93 e 41,50 mm, respectivamente, em relação ao PC do solo (32,97 mm). Como consequência o escoamento acumulado foi maior em PC, com 33,89 mm, comparado aos outros dois sistemas de preparo do solo, com 25,18 e 25,35 mm para CM e SPD, respectivamente (Figuras 1B). Ao final do evento chuvoso, 49,83% da lâmina de chuva

aplicada foi perdida por escoamento superficial no PC. Nos sistemas conservacionistas, CM e SPD, a lâmina perdida por escoamento representou 37,03 e 37,27% da lâmina de chuva aplicada, respectivamente.

Figura 1. Escoamento superficial e infiltração instantânea (A) e acumulada (B) no solo em função do tempo após chuva simulada com intensidade de 68 mm h⁻¹ durante 60 minutos nos sistemas de preparo do solo convencional (PC), cultivo mínimo (CM) e sistema de plantio direto (SPD).



O escoamento superficial está intimamente relacionado com a infiltração de água no solo e tem início quando a capacidade de infiltração do solo é preenchida. Dessa forma, menor infiltração observada no PC e consequentemente maior escoamento superficial ocorre devido ao revolvimento do solo e exposição à ação da energia cinética da chuva. O impacto da gota causa o desprendimento dos agregados em unidades primárias, como consequência o selamento da superfície do solo e redução da infiltração de água. O selamento superficial causa obstrução dos poros, pois as partículas desagregadas de solo se deslocam verticalmente junto com a água infiltrada, depositando-se nos poros na camadas superficiais (Dalla Rosa et al. 2017) reduzindo a infiltração de água (Ferreira et al., 2010; Sobrinho Alves et al., 2003).

Dessa forma, o escoamento superficial, além de ser resultante tanto das condições de superfície do solo (tipo de cobertura vegetal, taxa de cobertura do solo e rugosidade ao acaso) depende também das condições físicas do solo em subsuperfície (Engel et al., 2009), as quais são alteradas pelo tipo de preparo do solo e espécie cultivada. Assim, logo abaixo da superfície, deve existir condições favoráveis de estrutura do solo, especialmente de porosidade que favoreçam a infiltração de água no solo, com isso haverá

armazenamento internamente no solo ou no microrrelevo superficial, evitando ou retardando o escoamento dependendo do volume total precipitado.

A cobertura do solo, pela manutenção dos resíduos culturais em superfície é uma maneira simples e eficaz de controlar a erosão em áreas cultivadas (Bertol et al., 1997; Dechen et al., 2015). Frente a degradação da superfície do solo e ao escoamento superficial, a cobertura atua como barreira física de proteção da superfície reduzindo a energia cinética da chuva, com isso reduz-se o desprendimento. A velocidade de escoamento também é reduzida com a presença de cobertura do solo, a depender da declividade do terreno. Além disso, a presença de cobertura melhora as condições superficiais favorecendo a infiltração de água. Utilizando chuva simulada e intensidade de precipitação de 60 mm h^{-1} , Santos et al. (2009), verificaram que em solos descobertos as perdas de água chegaram a 90% da lâmina aplicada. Com uma única lâmina de chuva aplicada, em nosso estudo, as perdas de água no sistema com solo revolvido e exposto foram de 49,83%, ~12 mm a mais em comparação aos sistemas conservacionistas avaliados (CM e SPD).

A perda de solo ocorre a partir de 6 minutos do início da chuva, com valores menores em CM e SPD e maiores em PC (Figura 2A). Com aumento do tempo de aplicação da chuva, as perdas de solo aumentam especialmente no PC. E ao final do evento chuvoso, após chuva de 68 mm h^{-1} , a perda de solo acumulada foi de 3,48; 0,36 e $0,12 \text{ Mg ha}^{-1}$ no PC, CM e SPD, respectivamente (Figura 2B e 3).

Figura 2. Perda de solo instantânea (A) e acumulada (B) em função do tempo após chuva simulada com intensidade de 68 mm h⁻¹ durante 60 minutos nos sistemas de preparo do solo para plantio convencional (PC), cultivo mínimo (CM) e sistema de plantio direto (SPD).

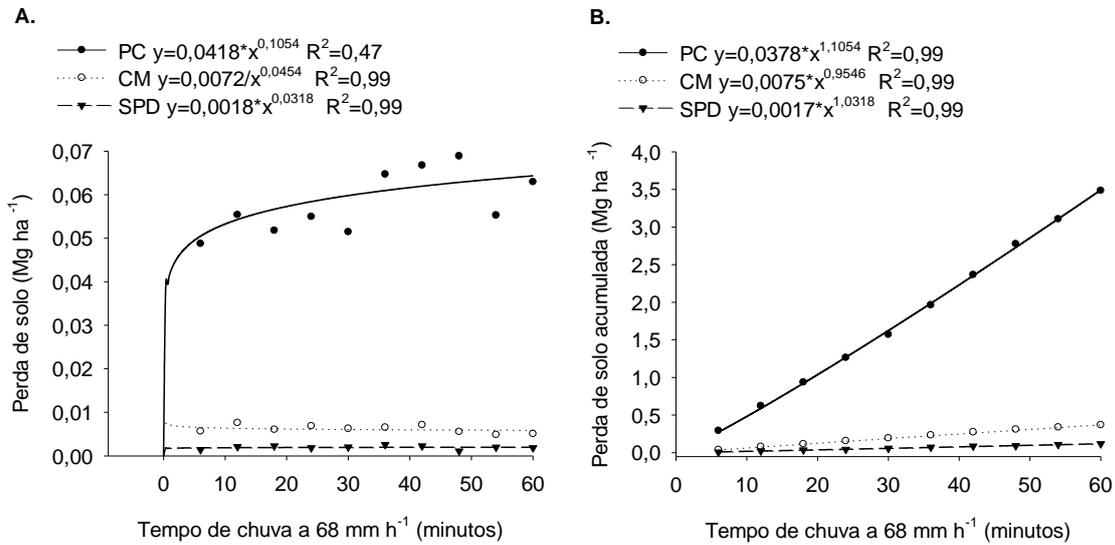
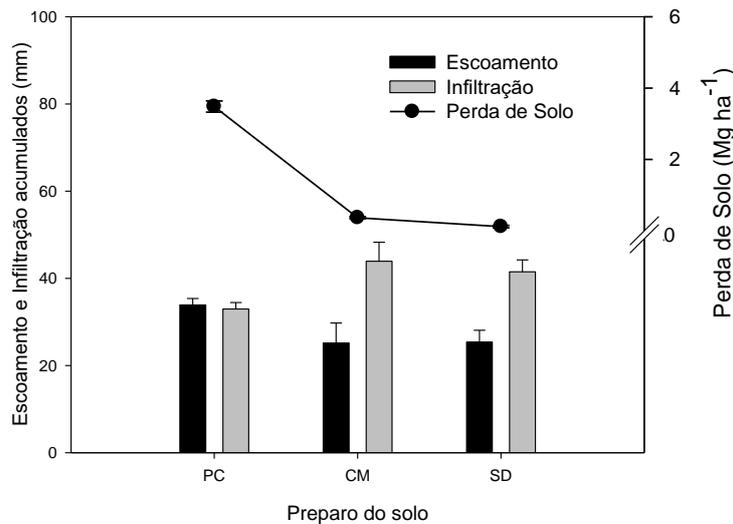


Figura 3. Infiltração, perda de água e de solo após evento chuvoso de 68 mm h⁻¹ em um Latossolo Amarelo franco-arenoso.



Maiores perdas de solo no preparo convencional em relação ao sistema de semeadura direta já foram relatados em outros estudos (Pinheiro et al., 2016; Almeida et al., 2016; Volk e Cogo 2014; Bertol et al., 2008).

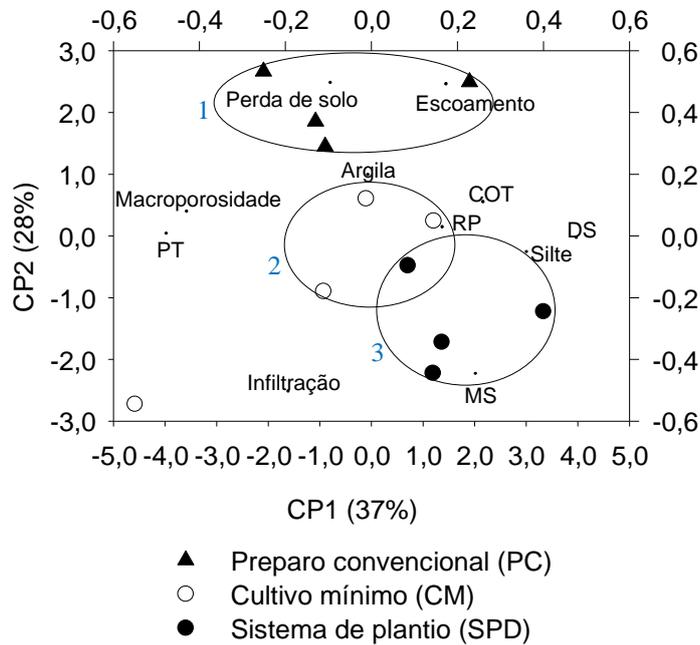
No Brasil, o plantio direto tem sido realizado de diversas formas diferentes, muitas vezes distantes dos três preceitos básicos necessários para a consolidação desse sistema (1. Rotação de culturas; 2. Não revolvimento do solo e, 3. Superfície 100% coberta), mesmo assim é o sistema de preparo do solo mais empregado ocupando aproximadamente 33 milhões de hectares (FEBRAPDP, 2020). Dessa forma, Deuschle et al. (2019),

testaram diferentes formas de manejo que comumente são aplicadas ao plantio direto no Brasil e, verificaram que em sistema de plantio direto realizado com rotação de culturas mas revolvido com aração, o aumento da quantidade de fitomassa, obtido por sistema de rotação de culturas, reduziu em 84% a perda de solo, porém foi insuficiente em controlar o escoamento superficial. Os autores observaram ainda que, sistema de plantio direto, realizado em sucessão de cultivos (soja/trigo) não é suficiente para controlar a erosão do solo, mesmo durante eventos de baixa intensidade. E, que o revolvimento realizado em plantio direto, aumenta as perdas de solos em 2,4 vezes em chuvas de alta intensidade, devido a disturbância realizada pelo preparo do solo.

A análise de componentes principais (ACP) relaciona alguns atributos físicos do solo com o escoamento superficial, infiltração e perda de solo nos três sistemas de preparo (Figura 4). A ACP explicou 65% da variação total dos dados, com 37% no componente principal 1 (CP1) e 28% no CP2. Observa-se ao longo da CP1, que a macroporosidade e a PT, do lado esquerdo da Figura 4, enquanto a Ds e o teor de silte, do lado direito, foram as variáveis que mais influenciaram a dispersão dos dados. Ao longo da CP2, observa-se que o teor de argila, RP e COT tiveram pouca influencia sobre a dispersão dos dados.

Por outro lado, o escoamento superficial e perda de solo na parte superior da Figura 4, e infiltração de água e massa seca remanescente na parte inferior foram os parâmetros com maior variação e, portanto, responsáveis pela separação dos grupos. Com isso, observa-se a formação de três grupos, o primeiro formado pelo PC, estreitamente relacionado à perda de solo e escoamento, o grupo 3 representado pelo SPD relacionado à maior presença de restos culturais (MS) e maior infiltração de água no solo, e um segundo, relacionado ao CM com atributos intermediários entre o PC e SPD (Figura 4). A ACP expõe de forma clara, através dos grupos formados, o efeito do revolvimento do solo e a presença de cobertura sobre o escoamento superficial de água e perda de solo. Dessa forma, o preparo convencional, sistema com maior grau de revolvimento foi o sistema com maior escoamento e perda de solo. Por outro lado, o sistema de plantio direto, com maior presença de cobertura na superfície do solo, apresentou maior infiltração, menor escoamento e perda de solo (Figura 3 e 4).

Figura 4. Análise de componentes principais relacionando atributos físicos do solo com o escoamento superficial, infiltração e perda de solo em sistemas de preparo do solo. Carbono orgânico total (COT); resistência a penetração (RP); matéria seca (MS); porosidade total (PT); densidade do solo (Ds).



Sistemas conservacionistas como pastagem sem pisoteio animal e soja cultivada em plantio direto, proporcionaram qualidade estrutural ao solo, com maior diâmetro de agregados em relação ao solo exposto, permitindo dessa forma, maior infiltração de água e menores perdas por erosão (Almeida et al., 2016; Gonçalves et al., 2012).

Portanto, os métodos de preparo do solo avaliados neste estudo e comumente aplicados na região do Cerrado, influenciam diretamente as perdas de solo. O manejo do solo, condicionado pelo revolvimento e pela cobertura são fatores fundamentais, que contribuem para a maior ou menor infiltração de água no solo, escoamento superficial e perda de solo. Dessa forma, visando minimizar a erosão hídrica em sistemas agrícolas no Cerrado Piauiense, recomenda-se a redução do revolvimento do solo e a manutenção de sua cobertura, uma vez que as precipitações na região são concentradas em um curto período e apresentam alta erosividade. Além disso, Sousa et al. (2019) recomendam, como forma de implementação do plantio direto na região, o uso de plantas de cobertura como milho e consórcio de milho + *C. spectabilis*, para formar palhada suficiente e com baixa taxa de decomposição, que sustentem a realização dos sistemas conservacionistas na região.

4 CONCLUSÕES

O sistema de plantio direto e cultivo mínimo proporcionam menores perdas de solo após chuva de alta intensidade (68 mm h^{-1}), em comparação ao solo sob preparo convencional.

O preparo convencional do solo causa menor infiltração, maior escoamento superficial de água e maior perda de solo.

A cobertura do solo tem papel fundamental na redução de perda de solo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, W.S. et al. 2016. Erosão hídrica em diferentes sistemas de cultivo e níveis de cobertura do solo. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v.51, n. 9, p. 1110-1119.
- ALVES SOBRINHO, T.; FERREIRA, P.A.; PRUSKI, F.F. 2002. Desenvolvimento de um infiltrômetro de aspersão portátil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, n.2, p.337-344.
- AMARAL, A.J. et al. 2008. Redução da erosão hídrica em três sistemas de manejo do solo em um Cambissolo Húmico da região do Planalto Sul-Catarinense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, n.5, p.2145-2155.
- ANTONELI, V.; BRANDALIZE, F.F. 2013. Perdas de água e solo no cultivo de milho com diferentes formas de cultivo em agricultura familiar na Região Centro - sul do Paraná. *Caminhos de Geografia*, v.14, n.47, p.85-94.
- ARAÚJO NETO, J.R. et al. 2013. Análise comparativa do escoamento superficial de microbacias experimentais em clima semiárido tropical. *Water Resources and Irrigation Management*, v.2, p.111-120, 2013.
- BERTOL, I. et al. 2008. Efeito de escarificação e da erosividade de chuvas sobre algumas variáveis de valores de erosão hídrica em sistemas de manejo de um nitossolo háplico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, n.2, p.747-757.
- BERTOL, I.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. 1997. Erosão hídrica em diferentes preparos do solo logo após as colheitas de milho e trigo, na presença e na ausência dos resíduos culturais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.21, p.409-418.
- BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. 1986. Bulk density p. 363-375. *Methods of Soil Analysis: Part*, v.1.

- DALLA ROSA, J. et al. 2017. Influence of Crust Formation on Soil Porosity under Tillage Systems and Simulated Rainfall. *Hydrology*, v.4, n.3. doi: 10.3390/hydrology4010003
- DALLA ROSA, J. et al. 2012. Soil roughness evolution in different tillage systems under simulated rainfall. *Soil and Tillage Research*, v. 124, p. 226-232, 2012.
- DECHEN, S.C.F. et al. 2015. Perdas e custos associados à erosão hídrica em função de taxas de cobertura do solo. *Bragantia*, v.74, n.2, p.224-233.
- DEUSCHLE, D. et al. 2019. Erosion and hydrological response in no-tillage subjected to crop rotation intensification in southern Brazil. *Geoderma*, v.340, p.157-163.
- EMBRAPA, 2013. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. SiBCs. 3rd ed. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, p. 353.
- EMBRAPA, 1997. Manual de métodos de análise de solo/ Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro. 212p.
- ENGEL, F. L. et al. 2009. Soil erosion under simulated rainfall in relation to phenological stages of soybeans and tillage methods in Lages, SC, Brazil. *Soil and Tillage Research*, v.103, p.216-221.
- FERREIRA, Daniel Furtado. Estatística multivariada. Editora UFLA, 2011.
- FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo. In: Física do Solo. Ed. LIER, Q. J. Viçosa, MG: SBCS, p. 1-27, 2010.
- FRANCHINI, I.C. et al. 2009. Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca. Documentos, Embrapa Soja.
- GEE, G.W.; BAUDER, J.W. 1986. PARTICLE-SIZE ANALYSIS. IN: KLUTE, A. (Ed.) *Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods*. 2nd ed. Madison: American Society of Agronomy, chap.15, p.383-409.
- GONÇALVES, F.C.; MORAES, M.H. 2012. Porosidade e infiltração de água do solo sob diferentes sistemas de manejo. *Irriga*, v.17, n.3, p.337-345.
- KLUTE, A. 1986. Water retention: laboratory methods. In: KLUTE, A. (Ed.). *Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods*. 2nd ed. Madison: American Society of Agronomy, p. 635-660.
- PANACHUKI, E et al. 2011. Perdas de solo e de água e infiltração de água em Latossolo Vermelho sob sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, p.1777-1785.

- PEREIRA, C.N.; CASTRO, C.N.; PORCIONATO, G.L. 2018. Dinâmica econômica, infraestrutura e logística no MATOPIBA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea. 87p.
- PINHEIRO, A. et al. 2016. Perda de solo em diferentes sistemas de plantio por meio de chuvas simuladas em lisímetros volumétricos. *Revista de Ciências Ambientais*, v. 10, n. 2, p. 89-109, 2016.
- PINHEIRO, A. et al. 2018. Eficiência da cobertura vegetal na redução das perdas de água e solo no município de Iguatu. *Irriga*, v.23, n.1, p.133-142.
- RAMOS, J. C. et al. 2014. Influência das condições de superfície e do cultivo do solo na erosão hídrica em um Cambissolo húmico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.38, p.1587-1600.
- SANTOS, T.E.M.; MONTENEGRO, A.A.A.; PEDROSA, E.M.R. 2009. Características hidráulicas e perdas de solo e água sob cultivo do feijoeiro no semi árido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.217-225.
- SOBRINHO ALVES, T.et al. 2003. Infiltração de água no solo em sistemas de plantio direto e convencional. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, n.2, p.191-196.
- SOUSA, D.C. 2019. Dry mass accumulation, nutrients and decomposition of cover plants. *Journal Agricultural Science*, v.11, p.152-156.
- TORMENA, C.A. et al. 2007. Variação temporal do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Vermelho distroférico sob sistemas de plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.211-219.
- VOLK, L.B.S.; COGO, N.P. 2014. Erosão hídrica, em três momentos da cultura do milho, influenciada por métodos de preparo do solo e semeadura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.38, n.2, 565-574.
- YEOMANS, J.C.; BREMMER J.M. 1988. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, n.19, p.1467-1476, 1988.