



Porosidade dos solos de uma sub-bacia hidrográfica sob processo de degradação ambiental

Carla Deisiane de Oliveira Costa⁽¹⁾; Marlene Cristina Alves⁽²⁾; Antônio de Pádua Sousa⁽³⁾; Hélio Ricardo Silva⁽⁴⁾; Sebastião Nilce Souto Filho⁽⁵⁾; Otton Garcia de Arruda⁽⁶⁾

⁽¹⁾Professora Colaboradora da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Aquidauana/MS, carladeisiane@uems.br; ⁽²⁾Professora Titular da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP/FE/IS), Ilha Solteira/SP; ⁽³⁾Professor Assistente da UNESP/FCA, Botucatu/SP; ⁽⁴⁾Professor Assistente da UNESP/FE/IS, Ilha Solteira/SP; ⁽⁵⁾Professor Colaborador da UEMS, Aquidauana/MS; ⁽⁶⁾Mestre em Agronomia pela UNESP/FE/IS, Ilha Solteira/SP.

RESUMO: A sub-bacia Dois Córregos apresenta problemas ambientais, a área onde se encontra a nascente da sub-bacia apresenta processos erosivos em estágio avançado. Este trabalho teve por objetivo avaliar a porosidade nos diferentes usos e manejos dos solos da sub-bacia Dois Córregos. Os solos mais representativos da sub-bacia são o Latossolo Vermelho e o Argissolo Vermelho, ambos de textura arenosa. As análises foram realizadas em amostras de dez locais da sub-bacia, sendo oito localizados no Latossolo e dois no Argissolo, e em cada local cinco repetições, constando-se respectivamente os seguintes usos: três áreas com pastagens, sendo duas no Argissolo e uma no Latossolo, três áreas com eucalipto de 5 anos e quatro áreas com eucalipto aos 6 meses recém-transplantado, todos no Latossolo. O processo de degradação pode ser identificado na sub-bacia Dois Córregos pela deterioração nas propriedades macroporosidade, porosidade e densidade do solo, em todos os usos, com valores abaixo dos adequados para o desenvolvimento das plantas. A área em estado avançado de degradação é a cultivada com a pastagem (P₁), apresentando baixos valores em todas as propriedades analisadas, degradação da pastagem e presença de erosão em sulcos.

Termos de indexação: Uso e manejo do solo, espaço poroso do solo, degradação do solo.

INTRODUÇÃO

A degradação do solo em uma bacia hidrográfica traz como consequência a erosão, ocasionando o assoreamento dos cursos de água. O uso intensivo do solo deixa-o mais suscetível a processos erosivos e, conseqüentemente, ao escoamento superficial e a produção de sedimentos, por isso, as práticas de manejo adotadas são de grande importância para a conservação do solo e da água.

As perdas de solo em bacias hidrográficas têm como principal causa o seu manejo inadequado, sendo os principais contribuintes para esses processos as práticas agrícolas intensivas, a falta de

manejo em áreas cultivadas com pastagens e o desmatamento.

Dentre as propriedades do solo que sofrem tais modificações decorrentes do uso e manejo do mesmo, está a porosidade, sendo um dos principais atributos físicos que deve ser analisado em estudos diagnósticos de suscetibilidade à erosão, por exercer grande influência em outros fenômenos físicos, como a infiltração, condutividade hidráulica e capacidade de armazenamento de água no solo.

A sub-bacia Dois Córregos apresenta problemas ambientais, como erosão do solo, o assoreamento dos cursos de água, além da escassez de vegetação nativa e mata ciliar. Todos estes problemas foram ocasionados pela falta de planejamento ambiental e pelo manejo inadequado dos recursos naturais.

A área onde se encontra a nascente da sub-bacia Dois Córregos apresenta processos erosivos em estágio avançado, que levaram a formação de uma voçoroca e alguns leitos secos, consequência do manejo inadequado das áreas cultivadas com pastagens. Diante disso, este trabalho teve por objetivo avaliar a porosidade nos diferentes usos e manejos dos solos da sub-bacia Dois Córregos.

MATERIAL E MÉTODOS

A sub-bacia Dois Córregos está localizada no município de Selvíria no Estado de Mato Grosso do Sul, possui 2.636 ha de área, situa-se entre as coordenadas geográficas 20° 12' 26,41" e 20° 16' 28,32" S, 51° 43' 15,18" e 51° 49' 26,3" W, e altitude média de 335 m.

A classificação climática da região, de acordo com Köppen, é Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. As médias anuais são 24,5 °C de temperatura, 1.232 mm de precipitação pluvial e 64,5% de umidade relativa do ar. A vegetação original da região é de Cerrado.

Esta região apresenta degradação ambiental, há um processo intensivo de degradação dos solos, o que levou a formação de uma voçoroca, com 50 m



de profundidade em alguns pontos e assoreamento dos canais de drenagem, possuindo vários leitos secos. Além disso, apresenta outra voçoroca em formação em área cultivada com pastagens degradadas. O processo de assoreamento na foz da sub-bacia também tem sido observado nos últimos anos.

Com relação às classes de uso e ocupação dos solos, a sub-bacia Dois Córregos é ocupada em 50% por eucalipto, apresentando áreas com pastagens e vegetação nativa. Os solos de maior ocorrência da sub-bacia são o Latossolo Vermelho distrófico e o Argissolo Vermelho distrófico, ambos de textura arenosa.

As coletas de solos foram realizadas em dez locais ao longo da sub-bacia, sendo oito localizados no Latossolo Vermelho distrófico e dois no Argissolo Vermelho distrófico, as quais foram feitas aleatoriamente, dentro de diferentes formas de uso e ocupação dos solos. Para cada uso e ocupação do solo determinado, foram realizadas as coletas em 5 pontos, nas camadas de 0,00-0,10 e de 0,10-0,20 m. Os usos amostrados foram três locais com pastagens (P_1 , P_2 , P_3), sendo as pastagens (P_1 e P_3) no Argissolo e a pastagem (P_2) no Latossolo, três locais com eucalipto de 5 anos (E_1 , E_2 , E_3), e quatro locais com eucalipto aos 6 meses recém-transplantado (EN_1 , EN_2 , EN_3 , EN_4), todos localizados no Latossolo.

O método empregado para a determinação da porosidade total e densidade do solo foi o do “anel volumétrico”, para a microporosidade o da “mesa de tensão”, e a macroporosidade foi calculada por diferença entre a porosidade total e a microporosidade (Embrapa, 1997).

Os resultados foram submetidos à análise conjunta e teste estatístico de Tukey para as comparações de médias a 5 % de probabilidade. A análise foi realizada para cada classe de solo, sendo utilizado o programa computacional SAS (Schlotzhaver & Littell, 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores valores de macroporosidade no Latossolo foram observados para a área com eucalipto (E_3) nas duas camadas. No Argissolo, a pastagem (P_3) apresentou os maiores valores nas duas camadas analisadas, mas não diferiu estatisticamente da pastagem (P_1) (**Tabela 1**).

Prevedello (2012) comparando as propriedades do solo sob campo nativo e eucalipto, observou para a camada superficial, maior macroporosidade para a área cultivada com eucalipto. O mesmo afirma que,

em povoamentos florestais o aporte de matéria orgânica, devido à grande quantidade de serapilheira que se acumula na superfície, favorece a ação de organismos do solo, e conseqüentemente, resulta em maior agregação e estruturação das partículas do solo, com a formação de macroporos sendo favorecida.

De acordo com Souza & Alves (2003), valores inferiores a $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, tornam-se críticos para o crescimento e desenvolvimento radicular das plantas, contribuindo para o aumento da erosão hídrica, devido à vulnerabilidade do solo ao impacto das gotas de chuva. Portanto, os valores de macroporosidade que estão abaixo dos adequados para o bom desenvolvimento das plantas são as áreas cultivadas com os eucaliptos (EN_2), (EN_3) e (EN_4) no Latossolo, na camada de 0,00-0,10 m, e para a camada de 0,10-0,20 m, as áreas com os eucaliptos (EN_2) e (EN_3). No Argissolo, a pastagem (P_1) também apresentou para as duas camadas baixos valores de macroporosidade, abaixo dos valores adequados.

Os solos arenosos possuem elevada macroporosidade, sua compactação tem que ser extremamente alta para haver redução drástica dessa propriedade (Dedecek & Gava, 2005). Além disso, Spera et al. (2006) afirmam que, a redução da macroporosidade tende a se refletir na porosidade total e no aumento da densidade do solo.

Estas áreas com eucaliptos que apresentaram menores valores de macroporosidade correspondem àquelas recém transplantadas, e que anteriormente estavam com o solo exposto. De acordo com Volk (2002), solos desprovidos de cobertura ficam expostos à ação do impacto das gotas de chuva, podendo causar o selamento e adensamento de sua superfície, propiciando assim, a redução da macroporosidade, e conseqüentemente redução da quantidade de poros. Além disso, estas áreas haviam sido utilizadas com pastagens degradadas há alguns anos.

Devido os solos da sub-bacia Dois Córregos serem arenosos, os valores de microporosidade foram baixos e próximos em todas as áreas avaliadas. Reinert & Reichert (2006) afirmam que a microporosidade é altamente influenciada pela textura do solo, e de acordo com Vendruscolo et al. (2011) os solos argilosos apresentam maior proporção de microporos, o que explica a baixa microporosidade dos solos da sub-bacia estudada, devido a sua textura arenosa.

Com relação à porosidade total, os valores foram próximos nas duas classes de solos, além disso, observa-se que todos os usos estão abaixo das condições ideais, que de acordo com Kiehl (1979) deve ser de $0,50 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. As alterações causadas na porosidade do solo, além de modificar as taxas de



trocas gasosas, alteram a disponibilidade de água para as plantas (Ferreira et al., 2010). Além disso, de acordo com Reichert et al. (2007), a redução da porosidade ocorre nos macroporos, que são responsáveis pela permeabilidade do solo.

Quanto à densidade do solo, os valores foram próximos para todos os usos. Para Reinert & Reichert (2006), valores de densidade do solo associados ao estado de compactação com alta probabilidade de oferecer riscos ao desenvolvimento das plantas, situa-se em torno de $1,65 \text{ kg dm}^{-3}$ para solos arenosos, assim, as áreas cultivadas com a pastagem (P_2) e o eucalipto (EN_2) no Latossolo na camada de 0,00-0,10 m, o eucalipto (E_1) no Latossolo e a pastagem (P_3) no Argissolo na camada de 0,10-0,20 m merecem atenção quanto ao manejo, pois estão próximas deste risco.

De acordo com Ferreira et al. (2010), a maior densidade do solo nas áreas do cerrado é decorrente do efeito do pisoteio do gado e do uso de máquinas agrícolas. Martins et al. (2002) observaram que, as camadas compactadas nos povoamentos de eucaliptos possivelmente ocorreram por ocasião do preparo do solo na área onde foram implantados, permanecendo ao longo dos anos. Estes povoamentos florestais não são capazes de recuperar a condição natural do solo. Estas camadas compactadas influenciam negativamente no crescimento do sistema radicular das plantas, na absorção de nutrientes pelo impedimento do fluxo de água no solo, além de reduzir a disponibilidade de água, ou seja, menor armazenamento.

A área cultivada com a pastagem (P_3), na camada de 0,00-0,10 m, apresentou menor valor de densidade do solo, e os maiores valores de macroporosidade e porosidade total, porém, esta área apresenta compactação subsuperficial, pois a densidade do solo está próxima ao risco de compactação na camada de 0,10-0,20 m, apresentando o maior valor de densidade do solo para esta camada.

Pires et al. (2006) também observaram em sistema de pastagem plantada, maiores valores de densidade do solo na camada 0,10-0,20 m, e que isso ocorreu devido ao efeito do pisoteio de animais. As condições físicas de subsuperfície também são importantes, pois influenciam o movimento de água e gases no seu interior, e conseqüentemente, o escoamento superficial, crescimento inicial das raízes e desenvolvimento posterior das plantas (Volk et al., 2004).

A área cultivada com a pastagem (P_1) apresentou baixos valores de macroporosidade, com $0,07 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, e porosidade total, com $0,35 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, e densidade do solo de $1,58 \text{ kg dm}^{-3}$, apresentando restrições ao desenvolvimento das

plantas sob estas condições, e para esta área também foi verificado durante as coletas de campo, que além do grau de degradação da pastagem, esta apresenta erosão em sulcos em diversos pontos em estágio avançado.

CONCLUSÕES

O processo de degradação pode ser identificado na sub-bacia Dois Córregos pela deterioração nas propriedades macroporosidade, porosidade e densidade do solo, em todos os usos, com valores abaixo dos adequados para o desenvolvimento das plantas.

A área em estado avançado de degradação é a cultivada com a pastagem (P_1), apresentando baixos valores em todas as propriedades analisadas, degradação da pastagem e presença de erosão em sulcos.

REFERÊNCIAS

- DEDECEK, R. A. & GAVA, J. L. Influência da compactação do solo na produtividade da rebrota de eucalipto. *Revista Árvore*, 29:383-390, 2005.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análise de solo. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.
- FERREIRA, R. R. M. et al. Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. *Semina*, 31:913-932, 2010.
- KIEHL, E. J. Manual de edafologia. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.
- MARTINS, S. G. et al. Avaliação de atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférrico sob diferentes povoamentos florestais. *Cerne*, 8:32-41, 2002.
- PIRES, L. S. et al. Erosão hídrica pós plantio em florestas de eucalipto na região centro-leste de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41:687-695, 2006.
- PREVEDELLO, J. Dinâmica do armazenamento e da disponibilidade de água em Argissolo sob eucalipto e campo nativo. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2012. Tese (Doutorado). 120p.
- REICHERT, J. M. et al. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: *Tópicos em Ciência do Solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 49-134.
- REINERT, D. J. & REICHERT, J. M. Propriedades Físicas do Solo. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, 2006. 18p.



SCHLOTZHAVER, S. D. & LITTELL, R. C. SAS: System for elementary statistical analysis. 2 ed. Cary: SAS Institute, 1997. 905p.

SOUZA, Z. M. & ALVES, M. C. Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 7:18-23, 2003.

SPERA, S. T. et al. Avaliações de alguns atributos físicos de solo em sistemas de produção de grãos, envolvendo pastagens sob plantio direto. Ciência Rural, 9:23-31, 2006.

VENDRUSCOLO, J. et al. Propriedades físicas de um Latossolo e Argissolo comparados a quatro tipos de solos na Paraíba, Brasil. Revista Verde, 6:204-212, 2011.

VOLK, L.B.S. Erosão hídrica relacionada a condições físicas de superfície e subsuperfície do solo, induzidas por formas de cultivo e de manejo dos resíduos culturais. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. Dissertação (Mestrado). 79p.

VOLK, L.B.S. et al. Erosão hídrica influenciada por condições físicas de superfície e subsuperfície do solo resultantes do seu manejo, na ausência de cobertura vegetal. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 28:763-774, 2004.

Tabela 1 – Macroporosidade, microporosidade, porosidade total, e densidade dos solos da sub-bacia Dois Córregos.

Usos e ocupações dos solos	Macroporosidade	Microporosidade	Porosidade total	Densidade do solo
	----- (m ³ m ⁻³) -----			(kg dm ⁻³)
Camada 0,0-0,10 m				
Latossolo Vermelho distrófico				
P ₂	0,10 AB*	0,24 B	0,33 A	1,61 A
E ₁	0,13 AB*	0,24 B	0,37 A	1,59 A
E ₂	0,11 AB*	0,25 AB	0,36 A	1,58 A
E ₃	0,15 A*	0,24 B	0,39 A	1,58 A
EN ₁	0,12 AB*	0,25 AB	0,38 A	1,55 A
EN ₂	0,07 B*	0,28 A	0,35 A	1,62 A
EN ₃	0,08 AB*	0,27 AB	0,35 A	1,58 A
EN ₄	0,09 AB*	0,27 AB	0,36 A	1,53 A
CV (%)	16,30	7,51	7,60	4,04
Argissolo Vermelho distrófico				
P ₁	0,07 A*	0,28 A	0,35 A	1,58 A
P ₃	0,15 A*	0,22 B	0,37 A	1,50 A
CV (%)	37,92	12,55	19,99	8,48
Camada 0,10-0,20 m				
Latossolo Vermelho distrófico				
P ₂	0,14 A*	0,21 C	0,35 A	1,55 A
E ₁	0,12 A*	0,23 BC	0,36 A	1,61 A
E ₂	0,10 A*	0,27 AB	0,36 A	1,59 A
E ₃	0,14 A*	0,26 BC	0,39 A	1,57 A
EN ₁	0,10 A*	0,26 BC	0,36 A	1,60 A
EN ₂	0,07 A*	0,30 A	0,37 A	1,58 A
EN ₃	0,09 A*	0,26 B	0,35 A	1,60 A
EN ₄	0,11 A*	0,26 B	0,37 A	1,55 A
CV (%)	20,55	8,30	7,31	2,90
Argissolo Vermelho distrófico				
P ₁	0,08 A*	0,26 A	0,35 A	1,57 A
P ₃	0,11 A*	0,24 A	0,36 A	1,61 A
CV (%)	18,02	6,00	8,21	2,73

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* As letras são referentes à comparação dos dados transformados para raiz quadrada

Latossolo: P₂ = Pastagem, E₁ = Eucalipto, E₂ = Eucalipto, E₃ = Eucalipto, EN₁ = Eucalipto novo, EN₂ = Eucalipto novo, EN₃ = Eucalipto novo e EN₄ = Eucalipto novo. Argissolo: P₁ = Pastagem e P₃ = Pastagem.