



Avaliação dos impactos causados por diferentes sistemas de manejo nos atributos físicos do solo

**Anderson Luiz Zwirtes¹, Renato Beppler Spohr², Cleber Antonio Baronio³,
Diego Ricardo menegol⁴ Mauro Roberto Rohr⁵**

¹ Acadêmico do curso de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, UFSM, RS.
(andersonzirites@yahoo.com.br)

² Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Florestal, UFSM/CESNORS, RS
(renatospohr@smail.ufsm.br)

³ Acadêmico do curso de Pós Graduação em Fitossanidade, UFPEL, RS
(cleber.baronio@hotmail.com)

⁴ Acadêmico do curso de Pós Graduação em Agronomia Agricultura e Ambiente,
UFSM/CESNORS, RS (mengoldr@gmail.com)

⁵ Engenheiro agrônomo, UFSM, Rio Grande do Sul.(maurorohr@hotmail.com)

Resumo

Devido a necessidade de aumento da produção de alimentos, o homem passou a explorar solos antes ocupados com pastagens ou mata nativa, modificando as características físicas dos solos, interferindo no processo de infiltração de água, resultando em perda de solos das áreas agrícolas e causando assoreamento de rios. Este trabalho teve como objetivo avaliar o impacto causado pela adoção de diferentes sistemas de manejo nos atributos físicos do solo e nas taxas de infiltração de água no solo, além de testar duas métodos de determinação de infiltração de água no solo. Para a determinação da taxa de infiltração de água no solo, foi utilizado o infiltrômetro de duplo anel e o simulador de chuva (Cornell Sprinkle Infiltrometer). Os resultados mostram uma influência direta dos manejos nos atributos físicos do solo, e taxa de infiltração de água no solo. A área de mata nativa apresentou maior taxa de infiltração de água no solo e menor densidade do solo quando comparada aos manejos de plantio direto e pastagem perene cultivada, a área manejada sob plantio direto apresentou maior taxa de infiltração que a área manejada com pastagem perene cultivada.

Palavras-chave: Infiltreação de água no solo. Mata nativa. Sistema de manejo.

Área Temática: Impactos ambientais

Abstract

Because the need for increased food production, the man began to exploit soil once occupied by pastures or native vegetation, altering the physical characteristics of soils, interfering in the process of water infiltration, resulting in soil loss from agricultural areas and causing siltation of rivers. This study aimed to assess the impact of the adoption of different management systems on soil physical characteristics and rates of water infiltration into the soil, and test two methods of determining water infiltration into the soil. To determine the rate of water infiltration into the soil, we used the double ring infiltrometer and rainfall simulator (Cornell Sprinkle Infiltrometer). The results show a direct influence on the managements of the physical attributes of the soil, infiltration rate and soil water. The area of native forest had a higher rate of water infiltration into the soil and lower soil bulk density compared to the managements of tillage and perennial pasture grown, the area managed under no-tillage had higher infiltration rate than the managed area cultivated with perennial pasture.

Key words: Water infiltration into the soil. Native forest. Management System.

Theme Area: Environmental Impacts



1 Introdução

Em virtude da necessidade de aumento da produção de alimentos, o homem necessitou explorar solos anteriormente ocupados com pastagens e florestas nativas. As primeiras técnicas de cultivo adotadas causavam o intenso revolvimento do solo ocasionando a desestruturação dos agregados do solo (que também pode ser consequência do impacto das gotas de chuva no solo descoberto). Contudo, estas técnicas podem resultar também em menores taxas de infiltração de água no solo, gerando em pouco tempo de precipitação a saturação do mesmo, ocasionando escoamento superficial e perdas de solo. Com a adoção do sistema de plantio direto resultou em uma significativa redução das perdas de solo por erosão hídrica, principalmente devido à cobertura do solo com resíduos vegetais (SPOHR, 2007).

O setor agrícola é o maior consumidor de água. A nível mundial, a agricultura consome cerca de 69% de toda a água derivada das fontes (rios, lagos e aquíferos subterrâneos) sendo os demais 31% são consumidos pelas indústrias e uso doméstico (CHRISTOFIDIS, 1997). Sendo este, portanto, o elemento essencial ao desenvolvimento agrícola, sem o controle e a administração adequados e confiáveis, não será possível uma agricultura sustentável (CARDOSO, *et al.*, 1998).

A infiltração é o processo pelo qual a água penetra no solo, através de sua superfície (BERNARDO, 2006). São vários os métodos para determinação da infiltração de água no solo, sendo os mais usuais os simuladores de chuva, e o sistema de anéis concêntricos. Vários fatores interferem na taxa de infiltração de água no solo, como manejo e tipo de utilização, textura dos solos, a biologia dos solos, porosidade, cobertura vegetal, rugosidade do terreno.

O processo de infiltração de água no solo ocorre devido a água da chuva ou irrigação possuir potencial total maior que o potencial total da água no solo, sendo que, solo seco (menor conteúdo de água) o gradiente de potencial total é menor e ao longo do processo este potencial tende a aumentar, buscando um equilíbrio, entre as diferenças de potenciais. Portanto, a diferença de potencial explica o fato da taxa inicial de infiltração ter um valor elevado com posterior redução da taxa conforme o solo obtém sua saturação (BERNARDO, 2006).

A infiltração da água no solo acontece em todos os sentidos do perfil, no sentido vertical, o potencial gravitacional pode ter participação preponderante, já no sentido horizontal o potencial gravitacional não é significativo (REICHARDT & TIMM, 2004).

A infiltração de água no solo pode ser determinada através de várias formas simples e capazes de representar as condições do solo em análise. A escolha dos melhores métodos de determinação de água no solo depende do sistema de irrigação e finalidade do uso dos resultados. Para sistemas de irrigação por aspersão os simuladores de chuva são mais recomendado, por ter o modo de aplicação da água semelhante a do sistema de irrigação (BOWER (1986) *apud*, COELHO, 2000).

O valor da capacidade de infiltração determinada pelo simulador de chuvas é menor que o dos anéis infiltrômetros, devido à ação combinada da chuva e do escoamento superficial, indicando um cuidado a ser observado, quando da escolha do tipo de infiltrômetro a ser usado, na obtenção de dados para elaboração de projetos de irrigação; com isto, recomenda-se, para projetos de irrigação por aspersão, utilizar o simulador de chuvas (COSTA *et al.* 1999).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o impacto causado pelos sistemas de manejos nos atributos físicos e na taxa de infiltração de água no solo, alem de avaliar o desempenho de dois métodos de determinação da taxa de infiltração de água no solo.



2 Material e métodos

As avaliações foram realizadas no ano de 2010, em três áreas localizadas na Universidade Federal de Santa Maria, *campus* de Frederico Westphalen, RS, com três repetições por área. As áreas foram submetidas a diferentes manejos e sistemas de cultivo: mata nativa (MN); pastagem perene cultivado com Tifton (*Cynodon sp*) (PPC) e plantio direto consolidado (PD), utilizando-se, para a obtenção dos valores de infiltração de água no solo, dois métodos referentes: infiltrômetros de duplo anel e o simulador de chuva (Cornell Sprinkle Infiltrometer (VAN ES & SCHINDELBECK, 2003)).

Para o simulador de chuva foi utilizado a intensidade media de chuva de 300 mm.h⁻¹, durante a realização do teste, após o inicio do escoamento superficial, foi coletado o volume escoado a cada 3 minutos para a determinação do escoamento superficial. A leitura da chuva se dava pela diferença entre o volume de água contido no reservatório a cada 3 minutos, sendo que as leituras da chuva e escoamento superficial coincidiam. A taxa de infiltração de água no solo foi calculado através da diferença entre a chuva aplicada e o escoamento superficial, o teste tinha duração de aproximadamente 60 minutos, conforme a metodologia descrita por Van ES & Schindelbeck, (2003).

Para a determinação da infiltração de água no solo através do método de duplo anel, que consiste de um conjunto de dois anéis concêntricos, o primeiro com 20 cm e o segundo com 40 cm de diâmetro, respectivamente, cravados a uma profundidade aproximada de 15 cm. O reservatório de água possui uma graduação em mm, onde foi realizada a leitura e determinação da quantidade de água infiltrada no anel interno, no qual foi mantida uma lâmina de água média de 4 a 5 cm, sendo esta lâmina mantida também no anel externo, tendo esta a finalidade de evitar a dispersão lateral de água, minimizando as perdas laterais de água no momento das leituras. As leituras foram realizadas até o tempo decorrido de 120 minutos do inicio do teste, conforme metodologia de Mantovani *et al.* (2006).

Para o ajuste das curvas de infiltração de água no solo obtidas pelo simulador de chuva foi utilizada a equação derivada do modelo matemático determinado por Smith (1972) citado por Sphor (2007)

$$e = e_c \{1-(t_e/t)^b\} \text{ para } t > t_e \quad (1)$$

Para o ajuste das curvas de infiltração obtidos através do sistema de duplo anel, foi utilizado o modelo matemático proposto por Kostiakov, apresentado por Bernardo (2006):

$$I = K \cdot T^a \quad (2)$$

Onde :

I= infiltração acumulada

K= parâmetro dependente da condição de umidade inicial do solo

T= tempo de oportunidade de infiltração

a= Constante dependente do solo, variando entre 0 e 1

A determinação da umidade gravimétrica do solo foi realizada no momento do teste, coletando-se amostras do solo nas profundidades de 0-20 cm de profundidade, com posterior pesagem e secagem em estufa até massa constante (EMBRAPA 1997).

Para a determinação da densidade do solo foram realizadas coletas, de três amostras, com anel volumétrico nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm de profundidades, as amostras foram pesadas antes e após a secagem em estufa a 105°C (EMBRAPA 1997).

Para a determinação da umidade volumétrica do solo na capacidade de campo, foram coletadas três amostras indeformadas, 24 horas após a ocorrência de precipitação, nas profundidades de 0-0,1 m e 0,1-0,2 m com posterior pesagem da amostra úmida e após a secagem em estufa a 105°C conforme metodologia apresentada por Cassel e Nielsen (1986).



3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

3 Resultados e discussão

As características físicas do solo para as áreas onde os testes foram realizados são mostrados na tabela 1. A infiltração de água no solo é influenciada diretamente através dos fatores apresentados na tabela a seguir como por exemplo, a densidade, desnível topográfico e a umidade inicial do solo.

Tabela 1- Características físicas de densidade, umidade inicial do solo, densidade e capacidade de campo (CC) para as diferentes profundidades dos solos submetidos aos manejos de Plantio Direto (PD), Pastagem Perene Cultivada (PPC) e Mata Nativa (MN). Frederico Westphalen, 2011.

Local	Declividade (%)	Umidade inicial (%)	Densidade ($Mg\ m^{-3}$)		CC ($m^3\ m^{-3}$)	
			Profundidade (m)		0 -0,1	0,1-0,2
			0-0,1	0,1-0,2		
Plantio Direto (PD)	9%	32	1,38 bc	1,28 b	0,49a	0,42ab
Pastagem Perene Cultivada (PPC)	6%	35	1,51 c	1,46 c	0,42ab	0,43a
Mata Nativa (MN)	15%	47	0,94 a	1,05 a	0,37b	0,38b

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Os valores de densidade do solo diferiram estatisticamente para as camadas analisada, sendo que os valores variaram entre $0,94$ e $1,38\ g.cm^{-3}$ para a profundidade de $0-0,01\ m$, os quais foram obtidos na área de MN e PD, respectivamente. Já na profundidade de $0,1-0,2\ m$ os valores variaram entre $1,05$ e $1,46\ g.cm^{-3}$ para as áreas de MN e PPC, respectivamente. Em geral, a densidade do solo está intimamente ligada a camadas de impedimento, a exemplo da compactação dos solos, que através do aumento da densidade do solo, eleva-se a quantidade de partículas dentro de um mesmo volume de espaço.

Na avaliação do desnível, Tabela 1, a área MN apresentou a maior declividade do terreno, com declive de 15%. A área de PPC apresentou a menor declividade, com 6 %. Quanto a umidade volumétrica na capacidade de campo a área manejada sob sistema de plantio direto apresentou valores mais elevados para as camadas de $0-10$ com $0,49\ cm^3\ cm^{-3}$. Para a camada de $0,1-0,2\ m$ a área cultiva em sistema de pastagem perene apresentou maiores umidade gravimétrica na capacidade de campo, apresentando valor de $0,43\ cm^3\ cm^{-3}$.

Os valores para as taxas de infiltração de água no solo apresentados na tabela 2 foram obtidos através de dois métodos, simulador de chuva e infiltrômetro de duplo anel, respectivamente, com os valores estimados, para as diferentes áreas.

Tabela 2- Taxa de infiltração de água no solo, observado e estimado, determinado através do método de anel concêntrico e do simulador de chuva (Cornell Sprinkle Infiltrometer) para as áreas submetidas aos sistemas de manejos, Plantio Direto (PD), Pastagem Perene Cultivada (PPC) e Mata Nativa (MN).

Frederico Westphalen, 2011.

ÁREA	Observado		Estimado	
	Simulador de chuva	Infiltrômetro Duplo anel	Simulador de chuva	Infiltrômetro Duplo anel
			----- mm.h ⁻¹ -----	
Mata Nativa (MN)	300	1428,2	-	1432,27
Plantio Direto (PD)	33,2	46	32,1	47,33
Pastagem Perene Cultivada (PPC)	12,7	22,6	10,8	19,45

Dentre as áreas avaliadas, a área MN apresentou maior taxa de infiltração de água no solo que as demais áreas, com valore de $1428,2$ e $300\ mm.h^{-1}$, nos testes realizados com o



3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

infiltrômetro de duplo anel e simulador de chuva, respectivamente. Como o simulador de chuva não apresentou escoamento superficial, não foi possível estimar o valor da taxa de infiltração de água no solo através do modelo matemático. Para a área de PD, ambos os métodos apresentaram taxa de infiltração de água no solo superior à área de PPC. A área de PPC apresentou menor densidade do solo na camada de 0-0,1m que a área de PD, porém, na camada sub-superficial de 0,1-0,2m a densidade de PPC foi superior à de PD, podendo esta ser responsável pelas baixas taxas de infiltração neste manejo.

Alencar (2007) trabalhando em um Cambissolo eutrófico de textura média, verificou redução nas taxas de infiltração básica ao fazer avaliação de infiltração anteriormente e posteriormente ao pastejo na área em estudo, com redução da taxa de infiltração de 67%. O autor atribuiu esta diminuição ao possível encrustamento superficial do solo, sendo os valores apresentados antes do pastejo e após o pastejo de $37,0 \text{ mm.h}^{-1}$ e $12,0 \text{ mm.h}^{-1}$ respectivamente, observou ainda uma maior densidade de partículas na camada superficial do solo (0-5 cm) após a realização dos pastejos, sendo que os valores anterior e posterior ao pastejo foram de $1,354 \text{ g cm}^{-3}$ e $1,373 \text{ g cm}^{-3}$, respectivamente, não havendo diferença significativa para as demais profundidades.

Segundo Carvalho e Silva (2006), solos em área de pastagem sofrem intensa compactação pelos cascos dos animais. Para Brandão *et al.* (2006), a ocorrência do encrustamento superficial causa o rearranjo e adensamento nas partículas e a consolidação de uma estrutura superficial. Mesmo estas camadas sendo pouco espessas, seus efeitos sobre as propriedades físicas do solo influenciam acentuadamente as condições de infiltração.

Panachuki (2003) trabalhando com simulador de chuva e intensidade de 100 mm h^{-1} em um Latossolo Vermelho alumino férrico típico de textura muito argilosa com umidade inicial dos solos em torno de 30% encontrou valores de infiltração de água de 40,6 e $25,9 \text{ mm h}^{-1}$ para os solos manejados com pastagem de *Brachiaria decumbens* e plantio direto, respectivamente.

Analisando os valores de infiltração de água no solo obtido através dos diferentes métodos de avaliação, o método utilizando-se duplo anel apresentou taxas de infiltração de água no solo superiores aos verificados pelo simulador de chuva, evidenciado nas três áreas em estudo, a superestimação dos valores de infiltração de água no solo. Comportamento semelhante foi observado por Coelho, *et al* (2000), utilizando o sistema de infiltrômetros com anéis concêntricos e simulador de chuva. Costa, *et. al.* (1999) observou o mesmo comportamento utilizando simulador de chuva e anéis concêntricos.

4 Conclusão

Os diferentes sistemas de manejo influenciaram as taxas de infiltração de água no solo.

A utilização do solo para diferentes fins de exploração causam modificações nas características físicas dos solos como densidade e taxa de infiltração de água no solo.

O infiltrômetro de duplo anel apresentou valores superiores aos obtidos com o simulador de chuva.

Referências

ALENCAR, C. A. B.; **Produção de seis gramíneas forrageiras tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio, na região leste de minas gerais.** (Tese de doutorado) Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós- Graduação em Engenharia Agrícola, Viçosa Minas Gerais – Brasil 2007



3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

BERNARDO S, SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006.

BRANDÃO, V. S., CECILIO, R. A., PRUSKI, F. F., SILVA, D. D. **Infiltração de água no solo**, 3 ed. Viçosa: UFV, 2006.

CARDOSO, H. E. A.; MANTOVANI, E. C.; COSTA, L. C. **As águas da agricultura. Agroanalysis**. Instituto Brasileiro de Economia/Centro de Estudos Agrícolas. Rio de Janeiro: v.19, n.3, p.27-28, 1998.

CARVALHO, D. F; SILVA, L. D. B. **Infiltração**. Hidrologia, Ago. 2006. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap5-INF.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2011.

CASSEL, D. K.; NIELSEN, D. R. Field capacity and available water capacity. IN: KLUTE, A. (ed.) Methods of soil analysis. Part 1 – Physical and mineralogical methods. 2.ed. Madison: SSSA,, p.901-926. 1986

CHRISTOFIDIS, D. A água e a crise alimentar. In: Encontro das águas. IN: IICA, Fortaleza, Trabalhos apresentados. p.14. 1997.

COELHO, R. D.; MIRANDA, J. H. ; DUARTE, S.N. Infiltração da água no solo: parte i infiltrômetro de anéis versus infiltrômetro de aspersores. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.2, p.137-141, 2000.

COSTA, E. L.; SILVA, A. M.; COLOMBO, A.; ABREU, A. R. Infiltração de água em solo, determinada por simulador de chuvas e pelo método dos anéis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.2, p.131-134, 1999.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 1997. 212p.

KIEHL, J. E.; **Manual de edafologia**. São Paulo, SP. Agronômica Ceres, 1979. 262p.
MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 355p.

PANACHUKI, E. **Infiltração de Água no Solo e Erosão Hídrica, Sob Chuva Simulada, em Sistema de Integração Agricultura-Pecuária**, Dourados, 2003. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Programa de Pós-Graduação EM Agronomia, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2003.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: processos de aplicações**. Barueri: Manole, 2004. 478 p.

SPOHR, R. B. **Influência das características físicas do solo nas perdas de água por escoamento superficial no Sul do Brasil e Uruguai**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2007.



3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

Van ES. H. & SCHINDELBECK, R. **Field procedures and data analysis for the Cornell Sprinkle Infiltrometer.** Cornell University, Department of Crop and Soil Sciences. Extension publication R 03-01. 8 pages. 2003.