



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

ALTERAÇÕES FÍSICO-HÍDRICAS EM UM CAMPO NATIVO SUBMETIDO A QUEIMADAS

Claudine Ohana Barcellos Consensa⁽¹⁾; Eduardo Saldanha Vogelmann⁽²⁾; Juliana Prevedello⁽²⁾; José Miguel Reichert⁽³⁾; Dalvan José Reinert⁽³⁾; Fernando Luis Ferreira de Quadros⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Estudante do curso de Engenharia Florestal; Departamento de Solos; Universidade Federal de Santa Maria, Carlos Uhr, n. 410, Bairro Urlândia, Santa Maria, CEP 97070-790; claudineohana@gmail.com; ⁽²⁾ Estudante de Pós-Graduação, Departamento de Solos – UFSM; ⁽³⁾ Professor do Departamento de Solos – UFSM; ⁽⁴⁾ Professor do Departamento de Zootecnia - UFSM;

Resumo – O fogo tem sido amplamente utilizado pelos agricultores, como um instrumento de manejo no sistema produtivo. Porém, causa uma série de efeitos sobre o solo e sobre as propriedades da água. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi analisar as alterações nas características físico-hídricas de um campo nativo submetido à queima. O trabalho foi realizado em Planossolo Háptico Distrófico típico. Foi estudada uma pastagem de *Paspalum notatum*, com os seguintes tratamentos: sem queima; sem queima há 5 anos; sem queima há 3 anos; sem queima há 1 ano; 2 meses após queima; 4 meses após queima; e 6 meses após queima. As propriedades do solo analisadas foram condutividade hidráulica do solo saturado, permeabilidade ao ar, densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade, composição granulométrica e o teor de matéria orgânica. A densidade do solo apresentou valores maiores nas camadas subsuperficiais (0,05 – 0,10 e 0,10 – 0,20 m) e menores nas camadas superficiais (0,00 – 0,05 m). A porosidade total e a macroporosidade apresentaram-se maiores nas camadas superficiais, diminuindo com o aumento da profundidade. A permeabilidade ao ar apresentou-se maior na camada superficial. A condutividade hidráulica saturada, nas camadas superficiais, de todos os sistemas de manejo, foi elevada, estando associada à maior porosidade total e a microporosidade. Portanto, não houve alteração na condutividade hidráulica saturada e a permeabilidade ao ar é reduzida na camada superficial devido à prática da queima.

Palavras-Chave: condutividade hidráulica saturada; permeabilidade ao ar; porosidade; densidade do solo.

INTRODUÇÃO

O fogo incide sobre a vegetação desde tempos remotos e é amplamente utilizado como ferramenta de manejo na abertura de novas áreas agrícolas, no controle de plantas daninhas e pragas de lavouras e como forma de manejo das pastagens.

Entretanto, durante a queima são formadas substâncias hidrofóbicas, as quais se tornam fortemente cimentadas na camada subsuperficial do solo, podendo resultar na formação de camadas repelentes à água e

aumento do potencial de perdas por erosão (Giovannini et al., 1987).

A queima promove a formação de crosta superficial, que reduz a infiltração da água no solo em Latossolo Vermelho (Hernani et al., 1987). Sharrow & Wright (1977) também constataram ainda outras modificações em características físicas, como redução na porosidade, na infiltração e no armazenamento da água, sob pastagem nativa, submetida à queima. Mallik et al. (1984) observaram o entupimento dos poros da camada superficial pelas cinzas oriundas de queimadas.

Porém, não foram encontrados registros na literatura de trabalhos nesse âmbito no sul do país bem como sob áreas de campo nativo onde a prática das queimadas ainda é usual. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar as alterações nas características físico-hídricas de um campo nativo submetido à queima.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no período entre os anos de 2006 e 2011, em um Planossolo Háptico Distrófico típico (EMBRAPA, 2006), localizado no município de Santa Maria/RS. A área está situada aproximadamente a 80 m de altitude. A região caracteriza-se pela ocorrência de precipitação pluvial anual de 1500 mm, distribuídas ao longo de todos os meses do ano, sendo o clima enquadrado na zona Cfa, segundo a classificação de Köppen, com médias anuais de temperatura de 19,3° C.

A pastagem natural estudada era composta predominantemente por *Paspalum notatum*, pastejada por bovinos de corte. Foram delimitados os seguintes tratamentos: sem queima; sem queima há 5 anos; sem queima há 3 anos; sem queima há 1 ano; 2 meses após queima; 4 meses após queima; e 6 meses após queima.

Para determinação da densidade do solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade, foram coletadas amostras com estrutura preservada com cilindros metálicos com 0,057 m de diâmetro e 0,04 m nas camadas de 0,00 – 0,05, 0,05 – 0,10 e 0,10 – 0,20 m. Para determinação da condutividade hidráulica do solo saturado (Ksat) e da permeabilidade ao ar foi realizada uma coleta específica de amostras com estrutura preservada nas diferentes camadas estudadas. Na determinação da Ksat foi utilizado um permeâmetro de carga decrescente (Hartge; Horn, 1992). A permeabilidade do solo ao ar (kar) foi medida em amostras com umidade equilibrada na tensão de 10 kPa, utilizando-

se um permeâmetro de ar (Horn et al., 2004). Foram ainda coletadas amostras deformadas para determinação da composição granulométrica pelo método da pipeta e matéria orgânica (EMBRAPA, 1997).

Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificar a distribuição de normalidade. A Ksat teve que passar por transformação logarítmica para seguir a distribuição normal. Procedeu-se a análise de variância e comparação de médias utilizando-se o teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando as diferentes áreas e camadas estudadas, verificou-se que não existem diferenças percentuais marcantes na distribuição das diferentes frações granulométricas entre as mesmas, com o predomínio da fração silte e teor intermediário de areia. Essa distribuição das classes de tamanho de partículas, determina a classe textural franco silteosa para todas as camadas (Tabela 1).

Os maiores valores de densidade do solo, foram encontrados, nas camadas subsuperficiais (0,05 – 0,10 e 0,10 – 0,20 m) e os menores na camada superficial (0,00 – 0,05 m), caracterizando a ocorrência de compactação em subsuperfície, a qual provavelmente é derivada da compressão externa efetuada pelo pisoteio animal (Uhde, 2009) (Tabela 2). Entretanto, os valores de densidade estão abaixo do limite crítico de densidade (1,5 a 1,6 g cm⁻³) proposto por Reichert et al. (2009).

Nas camadas subsuperficiais foi observado, em todos os sistemas de manejo, associado à elevada densidade do solo a menor porosidade total (Tabela 2), sendo essa composta predominantemente por microporos. Na camada de 0,00 – 0,05 m encontraram-se os maiores valores de porosidade total e macroporosidade, reduzindo com o aumento da profundidade. Essas propriedades apresentaram relação inversa com a densidade do solo. Isso decorre do maior teor de matéria orgânica (Tabela 2) e da elevada quantidade de raízes presentes nessa camada, uma característica marcante da vegetação presente no local, a qual era composta predominantemente por gramíneas, as quais apresentam um sistema radicular fasciculado muito desenvolvido principalmente nos primeiros centímetros do solo, isso também foi observado por Sousa e Alves (2003).

As camadas de 0,05 – 0,10 e 0,10 – 0,20, além da elevada densidade, apresentaram valores porosidade de aeração inferior a 0,10 m³ m⁻³, valor considerado como o mínimo para garantir adequada aeração do solo, como relatado em Reichert et al., (2009). Segundo Dias Junior (2000), o efeito primário da compactação é a redução do volume de poros, causando um reagrupamento das partículas. O aumento da densidade do solo e a redução da porosidade alteram a capacidade de trocas gasosas, retenção de água, condutividade hidráulica e resistência do solo à penetração ocasionando impedimento mecânico ao crescimento de raízes (Reichert et al. 2009).

A permeabilidade ao ar apresentou comportamento semelhante à condutividade hidráulica, sendo maior na camada superficial, reduzindo com o aprofundamento no solo, isso pode ser explicado pela maior porosidade total, macroporosidade e menor densidade nas camadas superficiais.

Entretanto, nas camadas superficiais dos sistemas de manejo de 2 e 4 meses após a queima observou-se redução significativa da permeabilidade ao ar, corroborando com o descrito por Sharrow & Wright (1977) e Mallik et al. (1984). Esses autores, estudando pastagens nativas manejadas com queimadas, observaram o entupimento dos poros e alterações no fluxo de água, na camada superficial pelas cinzas oriundas da queima da vegetação. No entanto, não se observou variação na composição da porosidade do solo, indicando que as cinzas não afetam significativamente o volume de poros, mas a qualidade dos poros, alterando a continuidade do sistema poroso. Destaca-se ainda, que a permeabilidade ao ar é uma propriedade mais sensível a alterações no sistema poroso que a condutividade hidráulica saturada, a qual não apresentou alterações para os diferentes manejos, pois de acordo com Barreto et al. (2001) e Mesquita & Moraes (2004), essa propriedade apresenta-se intimamente relacionada com a macroporosidade.

Em relação à condutividade hidráulica saturada, na camada de 0,00 – 0,05 de todos os sistemas de manejo, observou-se elevada Ksat associada à maior macroporosidade e porosidade total (Tabela 2). Ocorreu um decréscimo acentuado da Ksat nas demais camadas, a qual está relacionada com a redução da porosidade total, a qual passa a ser composta por um maior volume de microporos em detrimento dos macroporos. Essa relação do menor volume de poros grandes e maior volume de poros menores demonstra a dependência da condutividade hidráulica em relação aos poros de grande diâmetro, corroborando com Barreto et al. (2001), que encontraram baixas condutividades em solos com pequena porosidade total. Uhde (2009) também encontrou, em Argissolos Vermelhos, os menores valores de Ksat para os horizontes subsuperficiais e atribuiu isso a elevada microporosidade e menor macroporosidade desses horizontes.

Houve correlação positiva e significativa entre a permeabilidade ao ar e a condutividade hidráulica saturada (Figura 1). No entanto, para os menores valores dessas variáveis há um melhor ajuste pela equação potencial e à medida que encontramos valores maiores observamos uma dispersão maior dos pontos em relação à linha de tendência. Poulsen et al. (1999) desenvolvem um modelo baseado na condutividade ao ar e porosidade em amostras equilibrada na tensão de 10 kPa, e também verificaram maior dispersão dos valores à medida que há o aumento da porosidade total e dos valores de condutividade ao ar.

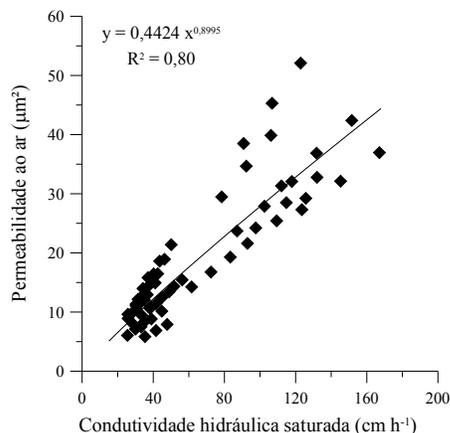


Figura 1. Relação entre a permeabilidade ao ar e a condutividade hidráulica saturada.

CONCLUSÕES

1. Não houve alteração na condutividade hidráulica saturada em função do manejo da vegetação com queimadas.

2. A permeabilidade ao ar é reduzida significativamente na camada superficial (0,00 – 0,05 m) e tende aos valores originais a partir de 4 meses após a queima.

REFERÊNCIAS

BARRETO, A. N.; OLIVEIRA, G. R.; NOGUEIRA, L. C.; WALANE, M. P. Condutividade hidráulica saturada em um solo aluvial do perímetro irrigado de São Gonçalo, PB. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 5, p. 152-155, 2001.

DIAS JUNIOR, M. S.; MIRANDA, E. E. V. Comportamento da curva de compactação de cinco solos da região de Lavras (MG).. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, MG, v. 24, n. 2, p. 337-346, 2000.

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo. 2 ed. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA Solos. 1997. 212 p.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2 ed. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA Solos. 2006. 306p.

GIOVANNINI, G., LUCCHESI, S., GIACHETTI, M. The natural evolution of a burned soil: a three-year investigation. *Soil Science*, Ottawa, v.143, n.3, p.220-226, 1987.

HARTGE, K. H. ; HORN, R.: Die physikalische Untersuchung von Böden. 3. Aufl. Stuttgart : Enke, 1992

HORN, R.; VOSSBRINK, J.; BECKER, S. Modern forestry vehicles and their impacts on soil physical properties. *Soil and Tillage Research*, v. 79, p.207-219, 2004.

MALLIK, A.V.; GIMINGHAM, C.H.; RAHMAN, A.A. Ecological effects of heather burning. I. Water infiltration, moisture retention and porosity of surface soil. *Journal of Ecology*, Oxford, v.72, n.3, p.767-776, 1984.

MESQUITA, M. G. B. F. & MORAES, S. O. A dependência entre a condutividade hidráulica saturada e atributos físicos do solo. *Ciência Rural*, v. 34, p. 963-969, 2004.

POULSEN, T. G.; MOLDERAP, P.; YAMAGUCH, T.; JACOBSEN, O. H. Predicting saturated and unsaturated hydraulic conductivity in undisturbed soils from soil water characteristics. *Soil Science*, v. 164, p. 877-887, 1999.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E.; REINERT, D. J.; HORN, R.; HAKANSSON, I. Reference bulk density and critical degree-of-compactness for no-till crop production in subtropical highly weathered soils. *Soil & Tillage Research*, v. 102, p. 242-254, 2009

SHARROW, S.H.; WRIGHT, H.A. Effects of fire, ash, and litter on soil nitrate, temperature, moisture, and tobosagrass production in the rolling plains. *Journal of Range management*, Denver, v.30, n.4, p.266-270, 1977.

SOUZA, Z.M.; ALVES, M.C. Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, n.1, p.18-23. 2003.

UHDE, L. T.; Sistema Pedológico em um ambiente antropizado da Depressão Central do RS. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2009. 226p. (Tese de Doutorado)

Tabela 1. Composição granulométrica, argila dispersa e relação silte/argila do solo nas camadas estudadas sob diferentes manejos do campo nativo.

Camada (m)	Sem Q. ⁽¹⁾	Q. há 5 anos ⁽²⁾	Q. há 3 anos ⁽³⁾	Q. há 1 ano ⁽⁴⁾	2 meses Q. ⁽⁵⁾	4 meses Q. ⁽⁶⁾	6 meses Q. ⁽⁷⁾
Areia grossa (g kg ⁻¹)							
0,00 – 0,05	68,60	68,60	68,60	60,70	69,65	69,65	69,65
0,05 – 0,10	61,64	61,64	61,64	38,70	55,17	55,17	55,17
0,10 – 0,20	54,44	54,44	54,44	37,20	50,82	50,82	50,82
Areia fina (g kg ⁻¹)							
0,00 – 0,05	264,80	264,80	264,80	231,97	268,39	268,39	268,39
0,05 – 0,10	260,14	260,14	260,14	212,84	256,49	256,49	256,49
0,10 – 0,20	269,96	269,96	269,96	253,39	281,68	281,68	281,68
Silte (g kg ⁻¹)							
0,00 – 0,05	547,07	547,07	547,07	588,96	548,02	548,02	548,02
0,05 – 0,10	542,87	542,87	542,87	630,86	566,87	566,87	566,87
0,10 – 0,20	533,44	533,44	533,44	592,26	542,85	542,85	542,85
Argila (g kg ⁻¹)							
0,00 – 0,05	119,54	119,54	119,54	118,37	113,96	113,96	113,96
0,05 – 0,10	135,35	135,35	135,35	117,60	121,48	121,48	121,48
0,10 – 0,20	142,16	142,16	142,16	117,14	124,65	124,65	124,65

	Silte/Argila (g kg ⁻¹)						
0,00 – 0,05	4,58	4,58	4,58	4,98	4,81	4,81	4,81
0,05 – 0,10	4,01	4,01	4,01	5,36	4,67	4,67	4,67
0,10 – 0,20	3,75	3,75	3,75	5,06	4,35	4,35	4,35

⁽¹⁾sem queima. ⁽²⁾queimado há 5 anos. ⁽³⁾queimado há 3 anos. ⁽⁴⁾queimado há 1 ano. ⁽⁵⁾2 meses após a queima. ⁽⁶⁾4 meses após a queima. ⁽⁷⁾6 meses após a queima.

Tabela 2. Porosidade total, macroporosidade, microporosidade, densidade do solo, teor de matéria orgânica, condutividade hidráulica do solo saturado e permeabilidade ao ar na tensão de 10 kPa nas camadas estudadas sob diferentes sistemas de manejo do campo nativo.

Camada (m)	Sem Q. ⁽¹⁾	Q. há 5 anos ⁽²⁾	Q. há 3 anos ⁽³⁾	Q. há 1 ano ⁽⁴⁾	2 meses Q. ⁽⁵⁾	4 meses Q. ⁽⁶⁾	6 meses Q. ⁽⁷⁾	C.v.
Porosidade total (cm ³ cm ⁻³)								
0,00 – 0,05	0,59	0,57	0,57	0,55	0,57	0,58	0,61	
0,05 – 0,10	0,46	0,49	0,51	0,46	0,52	0,49	0,50	
0,10 – 0,20	0,43	0,47	0,46	0,42	0,44	0,44	0,44	
Macroporosidade (cm ³ cm ⁻³)								
0,00 – 0,05	0,11	0,10	0,12	0,09	0,10	0,11	0,12	
0,05 – 0,10	0,06	0,08	0,07	0,06	0,05	0,07	0,06	
0,10 – 0,20	0,06	0,07	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	
Microporosidade (cm ³ cm ⁻³)								
0,00 – 0,05	0,48	0,47	0,45	0,46	0,47	0,47	0,49	
0,05 – 0,10	0,40	0,41	0,44	0,39	0,47	0,42	0,44	
0,10 – 0,20	0,37	0,40	0,41	0,38	0,38	0,39	0,39	
Densidade do solo (g cm ⁻³)								
0,00 – 0,05	1,07	1,10	1,15	1,14	1,01	1,09	1,06	
0,05 – 0,10	1,33	1,40	1,47	1,44	1,22	1,37	1,38	
0,10 – 0,20	1,38	1,37	1,45	1,39	1,36	1,39	1,39	
Matéria orgânica (g kg ⁻¹)								
0,00 – 0,05	2,9	2,8	3,2	2,8	2,8	2,7	2,7	
0,05 – 0,10	2,0	2,1	1,6	1,7	1,6	2,0	1,9	
0,10 – 0,20	1,8	1,6	1,4	1,3	2,1	1,7	1,6	
Condutividade hidráulica (mm h ⁻¹)								
0,00 – 0,05	145,3 a ^{±21,8}	102,4 a ^{±19,4}	139,3 a ^{±18,4}	114,8 a ^{±21,2}	131,7 a ^{±19,8}	94,2 a ^{±23,8}	106,7 a ^{±20,0}	57,1
0,05 – 0,10	44,9 a ^{±9,7}	40,2 a ^{±10,0}	30,3 a ^{±8,6}	36,9 a ^{±13,5}	48,9 a ^{±9,3}	43,5 a ^{±10,5}	32,4 a ^{±11,9}	44,7
0,10 – 0,20	31,8 a ^{±7,8}	38,9 a ^{±6,8}	35,7 a ^{±9,4}	33,5 a ^{±11,0}	41,5 a ^{±8,2}	30,2 a ^{±8,5}	29,9 a ^{±7,5}	48,5
Permeabilidade ao ar na tensão de 10 kPa (µm ²)								
0,00 – 0,05	39,1 a ^{±4,8}	27,8 b ^{±4,2}	39,8 a ^{±5,5}	37,6 a ^{±5,2}	25,4 b ^{±3,8}	28,5 b ^{±4,3}	45,3 a ^{±6,8}	26,8
0,05 – 0,10	12,4 a ^{±1,9}	16,4 a ^{±2,5}	10,5 a ^{±2,6}	14,3 a ^{±2,1}	13,4 a ^{±2,0}	15,6 a ^{±2,8}	16,7 a ^{±2,5}	21,2
0,10 – 0,20	11,2 a ^{±2,7}	8,8 a ^{±2,3}	12,9 a ^{±2,9}	9,4 a ^{±1,7}	7,8 a ^{±2,8}	11,3 a ^{±2,7}	7,1 a ^{±2,6}	24,2

*Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. C.v – Coeficiente de variação (%).

⁽¹⁾sem queima. ⁽²⁾queimado há 5 anos. ⁽³⁾queimado há 3 anos. ⁽⁴⁾queimado há 1 ano. ⁽⁵⁾2 meses após a queima. ⁽⁶⁾4 meses após a queima. ⁽⁷⁾6 meses após a queima.