



## A2-573 Quais são os efeitos do manejo com queima da vegetação nas propriedades físico-hídricas do solo?

Eduardo Saldanha Vogelmann<sup>(1)</sup>; Juliana Prevedello<sup>(1)</sup>; José Miguel Reichert<sup>(2)</sup>;  
Fernando Luis Ferreira de Quadros<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Professor da Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Rio Grande, Brasil; [eduardovogelmann@furg.br](mailto:eduardovogelmann@furg.br); [julianaprevedello@furg.br](mailto:julianaprevedello@furg.br). <sup>(2)</sup>Professor da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, Brasil; [reichert@ufsm.br](mailto:reichert@ufsm.br); [flfquadros@yahoo.com.br](mailto:flfquadros@yahoo.com.br)

### Resumo

O fogo tem sido amplamente utilizado pelos agricultores, como um instrumento de manejo no sistema produtivo. O objetivo deste trabalho foi analisar as alterações nas características físico-hídricas de um campo nativo submetido à queima. O trabalho foi realizado em um Planossolo com vegetação composta predominantemente por *Paspalum notatum*, sendo 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. As propriedades do solo analisadas foram condutividade hidráulica do solo saturado, permeabilidade ao ar, densidade, porosidade total, macroporosidade, microporosidade, composição granulométrica e teor de matéria orgânica. A densidade do solo apresentou valores maiores nas camadas subsuperficiais e menores nas camadas superficiais. Não houve alteração na condutividade hidráulica saturada e no teor de matéria orgânica do solo em função do manejo da vegetação com queimadas. Porém, a permeabilidade ao ar é reduzida significativamente na camada superficial (0 – 5 cm), mas tende aos valores iniciais a partir de 4 meses após a queima, podendo resultar em um retardamento do crescimento da vegetação e consequentemente prejuízo a atividade agropecuária.

**Palavras-chave:** condutividade hidráulica de solo saturado; permeabilidade ao ar; porosidade total; densidade do solo.

**Abstract:** The fire has been widely used by farmers as a management tool in the production system. The objective of this study was to analyze the changes in the physical and hydraulic characteristics of a native pasture, subjected to burning. The study was conducted in a Albaqualf with vegetation predominantly composed by *Paspalum notatum*, the following treatments being defined: without burning; without burning for 5 years; without burning for 3 years; without burning for 1 year; 2 months after burning; 4 months after firing; and 6 months after burning. Soil properties analyzed were: saturated soil hydraulic conductivity, air permeability, density, total porosity, macro porosity, microporosity, particle size distribution and organic matter content. Soil bulk density was highest in the subsurface layers and lower the upper layers. There was no change in the soil saturated hydraulic conductivity and the soil organic matter content due to the vegetation burning. However, the air permeability is reduced significantly in the surface layer (0-5 cm), but tends to the initial values from 4 months after burns, but may result in a reduction of vegetation growth and consequently economic losses to farming.

**Keywords:** saturated soil hydraulic conductivity; air permeability; total porosity; bulk density.

## 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, principalmente em pequenas propriedades agrícolas familiares. 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 (Uhde, 2009).

De acordo Hernani et al. (1987) a queima promove a formação de crosta superficial, que reduz a infiltração da água no solo, podendo resultar em redução da produção das pastagens. Sharrow & Wright (1977) e Mallik et al. (1984) 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. Contudo, o uso do fogo é uma estratégia de renovação das pastagens de baixo custo para os agricultores e por isso ainda é utilizada, embora venha sendo desestimulada devido ao impacto ambiental gerado pelas 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.

## Metodologia

O estudo foi desenvolvido no período entre os anos de 2006 e 2011, em um Planossolo Háptico Distrófico típico, 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*, pastejadas 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 5,7 cm de diâmetro e 0,04 cm nas camadas de 0 – 5, 5 – 10 e 10 – 20 cm. 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 Discussões

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, determinam a classe textural franco siltosa para todas as camadas (Tabela 1).

**TABLA 1.** Composição granulométrica do solo nas camadas estudadas do campo nativo.

Camada (cm)	Areia grossa (g kg <sup>-1</sup> )	Areia fina (g kg <sup>-1</sup> )	Silte (g kg <sup>-1</sup> )	Argila (g kg <sup>-1</sup> )
0 – 5	68	262	553	117
5 – 10	56	252	566	127
10 – 20	50	273	546	131

Foram encontrados os maiores valores de densidade do solo nas camadas subsuperficiais (5 – 10 e 10 – 20 cm) e os menores na camada superficial (0 – 5 cm), 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<sup>-3</sup>) 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 – 5 cm 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 5 – 10 e 10 – 20 cm, além da elevada densidade, apresentaram valores porosidade de aeração inferior a 0,10 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, 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) que 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 e Mesquita & Moraes (2004), essa propriedade apresenta-se intimamente relacionada com a macroporosidade.

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

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Cv – Coeficiente de variação (%). <sup>(1)</sup>sem queima. <sup>(2)</sup>queimado há 5 anos. <sup>(3)</sup>queimado há 3 anos. <sup>(4)</sup>queimado há 1 ano. <sup>(5)</sup>2 meses após a queima. <sup>(6)</sup>4 meses após a queima. <sup>(7)</sup>6 meses após a queima.

Em relação a condutividade hidráulica saturada, na camada de 0 – 5 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. Esta 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) trabalhando com Argissolos Vermelhos, também encontrou os

menores valores de Ksat para os horizontes subsuperficiais e atribuiu isso a elevada microporosidade e menor macroporosidade desses horizontes.

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), desenvolveu um modelo baseado na condutividade ao ar e porosidade em amostras equilibrada na tensão de 10 kPa, e também, verificou maior dispersão dos valores a medida que há o aumento da porosidade total e dos valores de condutividade ao ar.

Assim, a partir dos resultados é possível inferir que a queima da vegetação por não causar depleção do volume de água infiltrado, provavelmente não afetará a disponibilidade hídrica às plantas, contudo, a redução do volume de massa vegetal sob a superfície pode induzir ao aumento do escoamento superficial e a ocorrência do processo erosivo conforme destacam Mallik et al. (2004). Em relação à aeração do solo, diferentemente, observa-se que nos primeiros meses após a queima a capacidade de aeração do solo é significativamente reduzida, podendo dificultar o reestabelecimento da vegetação pós queima. Dessa forma, pode-se inferir que a queima apesar de ser uma estratégia de baixo custo para promover a renovação da pastagem, pode nos primeiros 4 meses, repercutir negativamente no desenvolvimento das plantas, provocando um retardamento no crescimento da pastagem, postergando o início do uso da área pelos animais, fato esse que deve ser considerado, pois implica em prejuízo para atividade agropecuária e que deve ser confrontado em relação a outras estratégias de maior custo, como por exemplo a roçada mecanizada, que se bem conduzida resulta em uma rápida renovação da vegetação e, conseqüentemente, uso precoce da pastagem pelos animais quando comparada à queima.

### **Conclusões**

Não houve alteração na condutividade hidráulica saturada e no teor de matéria orgânica do solo em função do manejo da vegetação com queimadas. Porém, a permeabilidade ao ar é reduzida significativamente na camada superficial (0 – 5 cm), mas tende aos valores iniciais a partir de 4 meses após a queima, podendo resultar em um retardamento do crescimento da vegetação e conseqüentemente prejuízo a atividade agropecuária.

### **Referências bibliográficas:**

- Barreto AN, Oliveira GR, Nogueira LC, Ivo WMPM (2001) Condutividade hidráulica saturada em um solo aluvial do perímetro irrigado de São Gonçalo, PB. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 5: 152-155.
- Dias Junior MS (2000) Compactação do solo. In: Novais RF, Alvarez VHV & Chaefer CEGR. Tópicos em ciência do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: 55-94.
- EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo (1997). EMBRAPA Solos: 212p.
- Giovannini G, Lucchesi S & Giachetti M. (1987) The natural evolution of a burned soil: a three-year investigation. Soil Science, Ottawa, 143(3): 220-226.
- Hartge KH & Horn R (1992) Die physikalische Untersuchung von Böden. Stuttgart: Enke.
- Mallik AV, Gimingham CH & Rahman AA (1984) Ecological effects of heather burning. I. Water infiltration, moisture retention and porosity of surface soil. Journal of Ecology, 72 (3): 767-776.
- Mesquita MGBF & Moraes SO (2004) A dependência entre a condutividade hidráulica saturada e atributos físicos do solo. Ciência Rural, 34: 963-969.
- Reichert JM, Suzuki LEAS, Reinert DJ, Horn R & Håkansson I (2009) Reference bulk density and critical degree-of-compactness for no-till crop production in subtropical highly weathered soils. Soil & Tillage Research, 102: 242-254.
- Sharrow SH & Wright HA (1977) Effects of fire, ash, and litter on soil nitrate, temperature, moisture, and tobosagrass production in the rolling plains. Journal of Range management, 30(4): 266-270.



- Souza ZM & Alves MC (2003) 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, 7(1): 2003.
- Uhde, LT (2009) Sistema Pedológico em um ambiente antropizado da Depressão Central do RS. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria: 226 pp.