

## Efeito do fogo nas propriedades químicas do solo em um fragmento de floresta nativa e plantio de cupuaçu em Porto Velho, Rondônia

Paulo Humberto Marcante<sup>(1)</sup>; Marília Locatelli<sup>(2)</sup>; Mayra Costa dos Reis<sup>(3)</sup>; Gleice Gomes Costa<sup>(4)</sup>

(1) Biólogo, Embrapa Rondônia, BR 364 km 5,5, Cidade Jardim, CEP 76815-800, Porto Velho, RO. E-mail: paulo.marcante@embrapa.br (2) Pesquisadora da Embrapa Rondônia e Professora do Mestrado em Geografia da UNIR, BR 364 km 5,5, Cidade Jardim, CEP 76815-800, Porto Velho, RO. E-mail: marilia.locatelli@embrapa.br (3) Acadêmica do Curso de Engenharia Florestal da FARO, Bolsista PIBIC/CNPq, Embrapa Rondônia Porto Velho, RO. E-mail: mayracostareis@hotmail.com (4) Graduada em Engenharia Florestal da FARO, Porto Velho, RO. E-mail: gleice.costa@live.com

**RESUMO** – Todos os anos grandes áreas da floresta Amazônica são atingidas com incêndios decorrentes de ações antrópicas, e essas áreas sofrem várias alterações bióticas e abióticas pelo efeito do fogo. Dentre essas alterações se encontram os efeitos do fogo sobre a fauna, flora e o solo, que sustenta toda a cobertura vegetal. O objetivo desse trabalho foi avaliar as alterações químicas do solo em uma área de floresta nativa, e uma área de plantio de cupuaçu com idade de 20 anos, após um incêndio, ocorrido no Campo Experimental da EMBRAPA no município de Porto Velho – RO. Foram realizadas coletas de amostras de solo, nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, na mata e cupuaçu não queimados, e na mata e cupuaçu queimados, em dois momentos, logo após a ocorrência do fogo e aos 72 meses após. Para efeito comparativo foram analisados além da matéria orgânica (MO), os seguintes parâmetros químicos do solo: pH, P, K, Ca, Mg, H+Al, Al, V% e C orgânico. Pela análise de solo verificou-se que a maioria dos atributos químicos do solo sofreu pequenas alterações e que após setenta e dois meses da ocorrência do fogo esses atributos voltaram a seus valores iniciais ou muito próximos a esses.

**Palavras-chave:** Solo, alteração química, incêndio, fertilidade.

**INTRODUÇÃO** - Fogo designa o fenômeno físico que é resultado da combustão de material orgânico (madeira, por exemplo) e o oxigênio. Produzindo calor (SOARES; BATISTA, 2007,).

O fogo foi uma das primeiras fontes de energia descobertas e dominadas pelo homem, na qual constitui um fenômeno natural que sempre existiu, contribuindo para a predominância de diversos ecossistemas terrestres. (SOARES, 1995).

Um incêndio florestal pode ter várias etapas, inicialmente ele queima o material lenhoso gerando grande calor, que causa a morte das plantas, prejudica a fauna, danifica o solo, alterando suas propriedades. Também os resíduos minerais do combustível causam importantes mudanças na química do solo e nutrição das plantas (SOARES; BATISTA, 2007).

Dessa maneira, o fogo em um curto espaço de tempo, torna-se um causador da mineralização, devido às cinzas com alta concentração de P, K e Ca, fazendo com que se aumente a disponibilidade de nutrientes para o crescimento das plantas, especialmente em profundidades menores que 0,5 cm de solo (COUTINHO, 1990; KAUFFMAN et al., 1994).

Além das alterações físicas, podem também ocorrer no solo algumas mudanças químicas após o fogo. O efeito químico mais repentino da queima é a liberação de elementos minerais. O fogo agiliza a mineralização da matéria orgânica do solo, fazendo em poucos minutos um trabalho que em condições normais poderia levar meses ou até anos. O grande problema desse processo, no entanto é a rápida liberação de nutrientes num curto espaço de tempo. Essa quantidade disponibilizada é, portanto muito superior à capacidade de assimilação das



plantas, ocorrendo assim perdas por erosão (eólica e/ou hídrica), lixiviação ou percolação. Apesar de essa rápida mineralização proporcionar perdas de nutrientes, em determinados casos, ela pode ser desejável. (FREITAS; SANT'ANNA, 2004). O objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos químicos do solo, em área de cupuaçu e floresta após incêndio acidental em Porto Velho, Rondônia.

**MATERIAL E MÉTODOS** – A coleta dos dados foi realizada no Campo Experimental de Porto Velho, pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, no município de Porto Velho – Rondônia, nas coordenadas geográficas 8°48'33,43"S e 63°51'10,33"W. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, caracterizado como clima tropical úmido, com precipitação média do mês mais seco inferior a 10 mm e uma precipitação média anual de 2.300 mm. A média anual de temperatura gira em torno de 25 ±1 °C com temperatura máxima entre 30 °C e 34 °C e mínima entre 17 °C e 23 °C. A média anual da umidade relativa do ar varia de 85 % a 90 % no verão, e em torno de 75 % no outono/inverno (SILVA et. al., 2004).

O solo da área é um Latossolo Amarelo, moderado, textura muito argilosa floresta equatorial subperenifólia relevo plano.

Foram amostrados quatro locais para coleta das amostras de solo, duas áreas atingidas por fogo, floresta nativa e plantio de cupuaçu, e duas áreas não atingidas pelo fogo, floresta nativa e plantio de cupuaçu, as quais serviram como testemunha para comparação dos dados analisados. As coletas foram realizadas em dois momentos diferentes, dois meses e setenta e dois meses após a ocorrência do incêndio, acontecido em agosto em 2010, nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, utilizando-se trado holandês, através de uma amostra composta de cinco amostras simples em cada área citada, perfazendo dessa forma um

total de 12 amostras nas duas profundidades, nos dois momentos. As análises das amostras foram realizadas no laboratório de solos da EMBRAPA – Rondônia, conforme EMBRAPA (2011). Foram realizadas comparações dos dados das análises das áreas nos dois momentos para verificação de alterações dos parâmetros químicos de fertilidade do solo.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO** – Na Tabela 1 são apresentados os atributos químicos do solo analisados nas áreas estudadas, cupuaçu e floresta, sem ocorrência do fogo e após dois e setenta e dois meses da ocorrência em um Latossolo Amarelo, Porto Velho, Rondônia.

**pH:** Para a área queimada de cupuaçu, na profundidade de 0-20 cm, houve aos dois meses uma redução de pH de 4,3 para 4,0 comparando com a área testemunha, e aos setenta e dois meses uma elevação para 4,6. Para área de floresta o pH se manteve inalterado logo após a queima, e setenta e dois meses depois houve um aumento de pH de 3,9 para 4,3. Na profundidade de 20-40 cm, houve diminuição quando da queima no cupuaçu e, aumento substancial após setenta e dois meses. Para um período de um ano os efeitos da queima não provocam modificações significativas, e os atributos tendem aos valores originais (RHEINHEIMER et al., 2003).

**P:** Com relação aos níveis de P (0-20 cm), na área de cupuaçu atingida pelo fogo, ocorreu um aumento de 2,0 mg dm<sup>-3</sup> aos dois meses, retornando a 1,0 mg dm<sup>-3</sup> após setenta e dois meses, chegando ao mesmo nível da área não afetada, que foi de 1,0 mg dm<sup>-3</sup>. Para a floresta aos dois meses os níveis de P estavam em 1,3 mg dm<sup>-3</sup>, e aos setenta e dois meses com 1,0 mg dm<sup>-3</sup>, ficando abaixo de 2,0 mg dm<sup>-3</sup> da área não afetada. Para profundidade de 20-40 cm apenas o cupuaçu queimado apresentou aumento de P na segunda amostragem, passando de 1,0 mg dm<sup>-3</sup> para 1,3 mg dm<sup>-3</sup>. Alguns nutrientes como N, S e P podem ser volatilizados em quantidades



consideráveis durante o processo da queima num incêndio (DE BANO, 1989).

**K:** O potássio se manteve quase inalterado nas duas áreas para profundidade de 0-20 cm. Para o cupuaçu na área queimada ficou em  $0,08 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  aos dois e setenta e dois meses após a ocorrência do fogo e na área não afetada com  $0,09 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , enquanto que para área de floresta o K também manteve-se quase inalterado com  $0,09$  e  $0,08 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  aos dois e setenta e dois meses, respectivamente e  $0,10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  na área não queimada. O potássio aumentou substancialmente após a queima na profundidade de 20-40 cm, em ambas as situações.

**Ca:** Para o Ca na profundidade de 0-20 cm, na área de cupuaçu atingida, houve redução para  $0,26 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $0,15 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  aos dois meses e setenta e dois meses respectivamente, se comparado com a área não afetada que foi de  $0,31 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Na floresta o valor de Ca nas áreas afetadas, aos dois meses, se manteve a mesma, com  $0,16 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , baixando os níveis para  $0,05 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , após setenta e dois meses. Para a profundidade de 20-40 cm, nas áreas queimadas aos dois meses houve aumento substancial em ambos os casos, reduzindo quase aos valores iniciais na segunda análise efetuada.

**Mg:** Na área de cupuaçu (0-20 cm) os valores foram de  $0,12 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $0,02 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  aos dois meses e setenta e dois meses respectivamente, após o fogo, enquanto que na área não afetada este valor ficou em  $0,21 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Para floresta os valores de Mg foram de  $0,09 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  aos dois meses e setenta e dois meses, contra  $0,13 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  da área não afetada. Na profundidade de 20-40 cm, o teor aumentou de  $0,10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  para  $0,42 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  do cupuaçu não queimado para o queimado, e setenta e dois meses após voltou a diminuir. Para floresta ocorreu uma diminuição para  $0,08 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  se comparado aos  $0,12 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  da área não afetada.

Alguns elementos químicos do solo, como Mg,

K e Na, apesar de não volatilizarem, durante o processo de queima, podem sair do sítio através da própria fumaça do fogo (DE BANO 1989).

**H+Al:** Para o H+Al na profundidade de 0-20 cm obteve-se aos dois meses um valor de  $13,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , com um aumento aos setenta e dois meses para  $14,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  na área de cupuaçu queimada, enquanto a área não afetada teve  $13,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Na área de floresta tivemos  $12,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , aos dois meses, com aumento para  $14,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  após setenta e dois meses da ocorrência do fogo, enquanto que na área não afetada o valor de H+Al foi de  $14,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . No entanto, no que se refere a 20-40 cm houve incremento de cerca de três vezes o valor inicial tanto para a área de cupuaçu quanto para mata queimada, e continuando a aumentar em menor escala mesmo aos setenta e dois meses após a queima.

**Al:** O alumínio na profundidade de 0-20 cm, para área de cupuaçu afetada, teve seu valor em  $1,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  após dois meses, e uma elevação nessa mesma área para  $2,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  aos setenta e dois meses, na área não afetada pelo fogo esse valor ficou em  $3,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Para a floresta os resultados foram de  $1,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $2,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  na área queimada aos dois meses e aos setenta e dois meses respectivamente e  $4,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  na área não queimada e os valores para alumínio na profundidade de 20-40 cm foram superiores tanto no cupuaçu quanto na mata logo após a queima, apresentando valores ainda maiores setenta e dois meses após. Foram observados diminuições nos teores de Al trocável em alguns solos do cerrado após a queima, e isso foi atribuído a elevação de pH devido ao aumento na concentração das bases (COUTINHO, 1990), sendo que os dados do presente trabalho mostram comportamento contrário ao daquele autor.

**MO:** Na profundidade de 0-20 cm, na área de cupuaçu afetada, a matéria orgânica após dois meses teve seu valor reduzido para  $25,4 \text{ g kg}^{-1}$ , e um pequeno acréscimo aos setenta e dois meses



indo a 27,7 g kg<sup>-1</sup>, ficando com valores abaixo da área não atingida, que foi de 32,0 g kg<sup>-1</sup>. Para área de floresta esse valor ficou em 38,9 g kg<sup>-1</sup> na área não atingida com uma redução na área queimada de 31,3 g kg<sup>-1</sup> após dois meses, e 24,0 g kg<sup>-1</sup> após setenta e dois meses. O mesmo padrão em termos de decréscimo ocorreu de 20-40 cm, ou seja, redução na área de cupuaçu queimada, mas para floresta os níveis se mantiveram aos dois meses, com decréscimo após os setenta e dois meses.

**C:** O Carbono orgânico para profundidade de 0-20 cm teve a mesma tendência da MO, com redução dos valores aos dois meses para 14,8 g kg<sup>-1</sup> elevando-se para 16,0 g kg<sup>-1</sup> aos setenta e dois meses, inferiores ao resultado da área não afetada que ficou em 18,6 g kg<sup>-1</sup>. Para área de floresta o C orgânico também teve redução após o fogo, ficando com 18,2 g kg<sup>-1</sup> após dois meses e com 13,9 g kg<sup>-1</sup> após setenta e dois meses, e na área não afetada ficou com 22,5 g kg<sup>-1</sup>. Para profundidade entre 20-40 cm para as duas áreas afetadas, cupuaçu e floresta, houve redução dos valores do C orgânico em relação a área não afetada pelo fogo. Em regiões com florestas que sofreram constantes incêndios, observou-se que podem ocorrer aumento no teor de C do solo, como também podem ocorrer reduções (REDIN et al., 2011).

**CTC:** Na Capacidade de Troca de Cátions de 0-20 cm, ocorreu uma variação pequena na área de cupuaçu atingida pelo fogo, com 14,00 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> aos dois meses, e um aumento para 14,22 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> após os setenta e dois meses da ocorrência, valores muito próximos da área não atingida que ficou em 14,21 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. Para floresta ocorreu o mesmo comportamento com níveis de CTC na área atingida em 13,16 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> aos dois meses e um aumento para 14,41 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> aos setenta e dois meses, chegando próximo dos 14,58 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> da área não atingida. Na profundidade de 20-40 cm, houve a mínima alteração nos dois tipos de vegetação.

Em áreas atingidas pelo fogo com

temperaturas elevadas (460 °C) as partículas de argila podem sofrer desidroxilação, ocorrendo com isso redução da CTC, as concentrações de N, P e Ca também podem ser afetadas (COUTO et al., 2006).

**V%:** A Saturação por Bases de 0-20 cm na área de cupuaçu atingida pelo fogo foi de 3,3 % aos dois meses e de 2,0 % aos setenta e dois meses, inferior à área não atingida que foi de 4,5 %. Na área de floresta atingida os valores foram de 2,7 % aos dois meses com redução para 1,3 % aos setenta e dois meses, ficando esse último valor inferior ao nível de saturação por bases da área não afetada, que foi de 2,5 %. No caso de 20-40 cm de profundidade este parâmetro aumentou no cupuaçu aos dois meses após a queima, com reduções dos níveis tanto no cupuaçu como na floresta após os setenta e dois meses.

**CONCLUSÕES** – Os atributos químicos do solo sofreram pequenas alterações logo após o incêndio, alguns desses atributos como o pH, H+Al e CTC, retornaram aos seus valores de referência iguais aos das áreas que não foram afetadas pelo fogo. Com Ca, Mg e MO, houve uma redução nos valores com uma tendência a aumentar com o tempo mas, mesmo após os setenta e dois meses da ocorrência não chegaram aos níveis de referência das áreas não atingidas, ficando abaixo desses.

#### REFERÊNCIAS

- COUTINHO, L.M. O cerrado e a ecologia do fogo. *Ciência Hoje*, Brasília, v.12, n.68, p.22-30, 1990.
- COUTO, E. G.; CHIG, L. A.; CUNHA, C. N. da.; LOUREIRO, M. de F. *Estudo sobre o impacto do fogo na disponibilidade de nutrientes, no banco de sementes e na biota de solos da RPPN SESC Pantanal - Rio de Janeiro*: SESC, Departamento Nacional, 2006.
- DE BANO, L.F. *Effects of fire on chaparral soils in Arizona and California and post fire management implications*. In: Symposium on Fire and Watershed Management (1988: Sacramento). Proceedings. GenTech. Rep., U.S.D. A. Forest Service, Berkeley, PSW-109, 1989, p.55-62.



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA - **Manual de métodos de análise de solo** - EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro, RJ, 2011. 230p.

KAUFFMAN, D.; CUMMINGS, D.; WARD, D. Relationships of fire, biomass and nutrient dynamics along vegetation gradient in the Brazilian Cerrado. **Journal of Ecology**, Oxford, v.82, n.3, p.519-531, 1994.

REDIN, M.; SANTOS G. de F.; MIGUEL P.; Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.21, n.2, p.381-392, abr.-jun. 2011.

FREITAS, L.C. de; SANT'ANNA, G.L.. Efeito do fogo nos ecossistemas florestais. **Revista da Madeira**, n. 79, 2004 Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=508&subject=Inc%EAandios&title=Efeitos%20do%20fogo%20nos%20ecossistemas%20florestais](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=508&subject=Inc%EAandios&title=Efeitos%20do%20fogo%20nos%20ecossistemas%20florestais)>. Acesso em: 02 ago. 2014.

SILVA, M.J.G. da.; SARAIVA, F.A.M.; ARAÚJO, M.L.P. de. Aspectos climáticos de Porto Velho-Rondônia, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2004.

SOARES, R.V.; BATISTA, A.C. **Incêndios florestais: controle e uso do fogo**. Curitiba: UFPR, 2007. 31p.

SOARES, R.V. Queimadas controladas: prós e contras. In: FÓRUM NACIONAL SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS, 1., 1995, Piracicaba. **Anais**, Piracicaba: IPEF, 1995. p.6-10.

RHEINHEIMER, D. dos S.; SANTOS, J.C.P.; FERNANDES, V. B. B.; MAFRA, A. L.; ALMEIDA, J. A. Modificações nos atributos químicos de solo sob campo nativo submetido à queima. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.1, p.49-55, 2003.



Tabela 1. Propriedades químicas do solo das áreas estudadas, cupuaçu e floresta, sem ocorrência do fogo e após dois e setenta e dois meses da ocorrência em um Latossolo Amarelo, Porto Velho, Rondônia.

Profundidade (cm)	Cupu. 10	C. Q. 10	C. Q. 14	Mata 10	M. Q. 10	M. Q. 14
pH H <sub>2</sub> O						
0 - 20	4,3	4,0	4,6	3,9	3,9	4,3
20 - 40	4,3	4,1	4,8	4,1	4,1	4,4
P (mg dm <sup>-3</sup> )						
0 - 20	1,0	2,0	1,0	2,0	1,3	1,0
20 - 40	1,0	1,0	1,3	1,0	1,0	1,0
K (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )						
0 - 20	0,09	0,08	0,08	0,10	0,09	0,08
20 - 40	0,06	0,16	0,09	0,06	0,27	0,21
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )						
0 - 20	0,31	0,26	0,15	0,16	0,16	0,05
20 - 40	0,15	0,78	0,26	0,18	0,87	0,19
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )						
0 - 20	0,21	0,12	0,02	0,13	0,09	0,09
20 - 40	0,10	0,42	0,11	0,08	0,81	0,12
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )						
0 - 20	13,6	13,5	14,0	14,2	12,8	14,2
20 - 40	10,6	36,9	40,6	10,2	41,3	40,9
Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )						
0 - 20	3,2	1,5	2,7	4,0	1,7	2,3
20 - 40	3,3	7,1	7,5	3,1	4,3	4,7
MO (g kg <sup>-1</sup> )						
0 - 20	32,0	25,4	27,7	38,9	31,3	24,0
20 - 40	33,0	17,6	17,2	24,2	24,1	17,8
C orgânico (g kg <sup>-1</sup> )						
0 - 20	18,6	14,8	16,0	22,5	18,2	13,9
20 - 40	19,1	10,2	10,0	14,0	14,0	10,3
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )						
0 - 20	14,21	14,00	14,22	14,58	13,16	14,41
20 - 40	10,87	10,52	10,39	10,47	10,96	11,29
V%						
0 - 20	4,5	3,3	2,0	2,5	2,7	1,3
20 - 40	2,5	3,3	1,0	3,5	3,0	1,0

Cupu. 10 = Cupuaçu não queimado, outubro de 2010; C.Q. 10 = Cupuaçu Queimado, outubro de 2010.; C.Q. 14 = Cupuaçu Queimado, agosto de 2014; Mata 10 = Mata não queimada, outubro 2010; Mata 10 = Mata queimada, outubro 2010; Mata 14 = Mata queimada, agosto 2014.