

**INFLUÊNCIA DA QUEIMA CONTROLADA NO pH DO SOLO EM
POVOAMENTOS DE *Pinus spp*, NA REGIÃO DE
SACRAMENTO, MG.**

João Gomes Neto *
Ronaldo Viana Soares **

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi estudar a influência da queima na variação do pH em solo com povoamentos de *Pinus caribaea* Morolet var. hondurensis e *Pinus oocarpa* Schiedler. A pesquisa desenvolveu-se na região de Sacramento, Minas Gerais, em latossolo vermelho-amarelo, fase argilosa. Foram selecionados 2 talhões (250m x 600m) para cada espécie, demarcados por aceiros e queimados em dois períodos, às 10 e às 16 horas, segundo a técnica de queima contra o vento. As áreas experimentais foram divididas em 8 parcelas, por espécie, em um delineamento completamente ao acaso. A coleta dos dados foi feita antes, imediatamente após, 7 meses e 14 meses após a queima em perfis de solo de 0 - 50 cm, abertos na interseção entre linhas e filas das árvores. Foram coletadas amostras da serrapilheira e de solo a várias profundidades. Verificou-se que após a queima, o pH em cloreto de potássio teve uma ligeira elevação, estabilizando-se até o final do período, em ambas as espécies estudadas. Para o pH em água, houve também uma ligeira elevação após a queima no *Pinus oocarpa* e um aumento significativo no final do período, para ambas espécies estudadas

PALAVRAS-CHAVE: Queima controlada, solo, pH, *Pinus*.

* Eng^o Florestal, M. Sc., Depto. de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, UFSM, 97.119-900 - Santa Maria - RS.

** Eng^o Florestal, Ph. D. Depto. de Ciências Florestais, UFPr. 80.035-010 - Curitiba - PR.

INFLUENCE OF PRESCRIBED BURNING ON SOIL pH IN PINE PLANTATIONS OF SACRAMENTO, MG

SUMMARY

The objective of this work was to study the influence of prescribed burning on variation of soil pH in pine plantations (*P.caribaea* var.hondurensis e *P.oocarpa*). The research was carried out in the Sacramento Country, MG, in a clayey red yellow latosol. It were selected two areas (250 m x 600 m) for each species, surrounded by fire-breaks and burned in two times, at 10 AM and 4 PM, according to the back-fire technique. The experimental areas were divided in eight plots each in a completely randomized design. Litter and soil samples at several depths were collection before, immediately after, 7 and 14 months after the fire in a 0 - 50 cm soil profiles, opened at the intersection of tree lines. Data analysis showed that the soil pH (KCl) presented a rapid increase after the fire, stabilizing afterward for both studied species. The soil pH (H₂O) showed a rapid increase after the fire for the *P. oocarpa* and was observed a significative increase 14 months after the fire, in both studied species.

KEY WORDS: Prescribed Burning, soil, pH, *Pinus*.

INTRODUÇÃO

O uso do fogo controlado tem sido praticado e pesquisado em vários países do mundo, onde os estudos referentes à Ciência Florestal estão bastante avançados, no que concerne aos efeitos do mesmo sobre o ambiente. No Brasil os estudos sobre o emprego do fogo em floresta tiveram início na década de 70 e as informações a respeito são escassas.

Apesar da utilização do fogo controlado em floresta, em certas circunstâncias, a sua prática é um assunto muito controvertido, principalmente levando-se em conta a influência do fogo nas propriedades químicas e físicas do solo.

Por outro lado, o acúmulo de material combustível em povoamentos de *Pinus sp.* aumenta o perigo de ocorrência de incêndio florestal e conseqüentemente os riscos de danos, pois a maioria dos focos iniciais de fogo tem origem com maior freqüência na superfície do piso florestal (SOARES, 1979).

O uso do fogo controlado em povoamentos florestais no Brasil, não deve ser introduzido sem antes se conhecer todas as suas implicações, já que os resultados obtidos em regiões de características ambientais diferentes não podem ser aceitas para as condições brasileiras.

O objetivo do presente trabalho foi estudar a influência da queima na variação do pH em solo com povoamentos de *Pinus caribaea* Morolet var. *hondurensis* e *Pinus oocarpa* Schiedler, na região de Sacramento, MG.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O pH de acordo com FASSBENDER (1980) expressa a reação do solo através da atividade iônica do hidrogênio em suspensão do solo em água ou em eletrólitos fracos. O autor, ainda comenta que íons H e OH se equivalem. RAIJ (1989) define pH como $\text{pH} = -\log(\text{H}^+) = \log 1/(\text{H}^+)$. Este conceito foi introduzido para representar atividades muito baixas de íons H. O autor faz ainda considerações sobre acidez ativa e potencial, definindo o primeiro como sendo devido a fração de íons H dissociados na solução do solo e o segundo como sendo aquela parte não dissociada e apresenta-se na forma H^+Al , conhecida por acidez trocável. BRADY (1974) salienta a importância nutricional do pH do solo e relata que o mesmo influencia na absorção de nutrientes através do efeito direto e indireto do íon H^+ sobre a disponibilidade de nutrientes.

Vários autores relatam mudanças no pH do solo com a queima. BROWN & DAVIS (1974) considera que a queima reduz a acidez, especialmente perto da superfície do solo e esta mudança pode ser o suficiente para estimular a nitrificação e crescimento vegetativo do sub-bosque. Segundo VIRO (1974), a vegetação pioneira (herbáceas e árvores decíduas) situada em áreas queimadas, conserva a acidez baixa e ativa a biologia do sítio.

Viro apud SOARES (1986) através de queimas controladas encontrou redução da acidez do humus remanescente, isto é o pH aumentou em 2 a 3 unidades, voltando ao normal 5 anos após a queima.

SMITH (1970), estudando a influência da queima em pinheirais de "Jack pine" em Ontario, observou que o pH aumentou de 3,88 (antes da queima) para

5,21 (cinza) 4 dias após a queima e dos horizontes L - H da matéria orgânica não queimada de 4,12 para 6,10, permanecendo por 13 meses após queima. O pH aumentou 5 semanas após o fogo até a profundidade de 0 - 32 cm. No final do experimento, o pH do solo mineral retornou ao nível original ou seu valor foi menor do que antes da queima.

Segundo Austin e Baisinger apud SOARES (1986), após a queima de restos de exploração na região noroeste dos EUA, a camada de solo superficial de 1,25 cm de profundidade, tornou-se alcalina, com o pH igual a 7,6, baixando para 5,7 após 2 anos, enquanto que as parcelas não queimadas apresentaram um pH de 4,5.

De acordo com SOARES (1986), a queima da matéria orgânica produz substâncias compostas de óxidos e carbonatos que apresentam reação alcalina. O autor admite que, quando consideráveis quantidade dessas substâncias (cinzas) são depositadas sobre o solo, a tendência é diminuir a acidez.

BINKLEY (1986) afirma que a cinza, como resíduo da queima, é menos ácida do que os materiais não queimados e que o pH sendo mais alto pode favorecer a decomposição.

Jurgens et al. apud SOARES (1986) relataram acréscimo superior a 1 unidade no pH da camada orgânica da superfície do solo após a passagem de uma queima controlada, no noroeste dos Estados Unidos. No solo mineral, o pH voltou ao normal um ano após a queima. Na camada orgânica, o valor do pH, 4 anos depois, ainda era superior ao observado antes da queima.

WIDRICH et al. (1980) registraram mudanças no pH, causada pelo fogo em solo florestal, em Tuscany. Após 12 meses, os valores de pH retornaram ao normal. Por outro lado, THIELGES et al. (1981) relataram mudanças no pH causada pela queima de resíduos de exploração. O fogo tinha aumentado o pH e outros elementos nutritivos no solo.

KIVEKÅS et al. (1941), encontrou decréscimo da acidez ativa e potencial em um experimento de laboratório sobre a influência da queima em solo de agricultura.

HALLISEY & WOOD (1980), através da influência da queima controlada no solo em habitat de *Quercus ilicifolia*, em Pennsylvania, USA, encontrou um pH mais elevado após a queima.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização geral da área.

A região escolhida situa-se no município de Sacramento, área Chapadão do Bugre, Estado de Minas Gerais.

O clima dominante na Região segundo o sistema Köppen é do tipo "Cwa" e segundo a classificação de Holdridge é do tipo climático "floresta úmida subtropical montano baixo" (SOARES, 1979).

O regime de precipitação é periódico e a deficiência hídrica de pequena a moderada no inverno. A precipitação média anual é de 1400 a 1800 mm.

O material de origem dos solos, onde estão localizados os povoamentos da empresa, são rochas sedimentares, resultante de sedimentos do cretáceo Superior, era mesozóica, com predominância de arenitos argilosos, formação Bauru (BRASIL, 1970). Apresenta solo do tipo latossolo profundo, com horizonte A de coloração Bruno escuro, pardo-amarelado e vermelho amarelado, de matizes 10 YR, 7,5 YR e 5,0 YR, textura argilosa a muito argilosa e pequena diferenciação entre os horizontes. São solos ácidos, com o pH médio de 4,7, baixa capacidade de troca de cátions (CTC) e de saturação de bases e baixa fertilidade natural (PROJETO DE DESENVOLVIMENTO E PESQUISA FLORESTAL, 1978). O solo apresenta densidade real e aparente, respectivamente em torno de 2,7 e 1,3 para as duas áreas pesquisadas. Com esses valores de densidade a porosidade do solo está em torno de 43 %.

A área estudada localiza-se na microregião homogênea 179 (BRASIL, 1976). Apresenta um relêvo em que predominam terrenos com topografia plana e suave.

Os tipos de vegetação que ocorrem naturalmente nesta região são o cerrado e o campo sub-montano (PROJETO DE DESENVOLVIMENTO E PESQUISA FLORESTAL, 1978).

Os povoamentos utilizados para a obtenção dos dados são pertencentes à fazenda "Chapadão do Bugre" de propriedade da empresa RESA-Reflorestadora Sacramento Ltda. O talhão escolhido dentro do povoamento de *P. caribaea* não sofreu desrama artificial e apresentava uma ramificação muito baixa. O talhão que representa o *P. oocarpa* sofreu desrama artificial

anteriormente estabelecido pelo plano de manejo florestal da empresa. Ambos os talhões possuíam 7 anos e meio de idade. A declividade era moderada e o solo tipo latossolo, fase argilosa de coloração bruno escuro, bruno avermelhado e vermelho amarelado.

Amostragem

Foram demarcadas 2 áreas para serem queimadas, uma de *P. oocarpa* e outra de *P. caribaea* var. *hondurensis*, com 15 ha (600 X 250 m) cada. As respectivas áreas experimentais foram divididas em 8 parcelas e em cada parcela, medindo 150 m x 125 m, foi feita a amostragem perfazendo-se 8 parcelas por área e por espécie.

Os pontos de amostragem foram aleatorizados a fim de possibilitar a comparação estatística. Para isso, foram feitos sorteios de acordo com o número de árvores das filas e linhas de cada parcela. Ao lado de cada árvore marcada, conforme indicação do sorteio, foram localizados os pontos de amostragem. Em cada um destes pontos, foi aberto um perfil onde se coletaram, antes da queima, amostras do solo a profundidades de 2,5 cm; 5,0 cm; 10,0 cm; 20,0 cm; 30,0 cm; 40,0 cm e 50,0 cm. Imediatamente após a queima foram coletadas, no mesmo perfil, novas amostras, porém a profundidades de 2,5 cm e 5,0 cm. Sete meses após a queima novas amostras foram coletadas no mesmo perfil, até profundidades de 30,0 cm. Quatorze meses após a queima foram coletadas amostras até a profundidade de 50,0 cm.

As características físicas do solo na área experimental foram estudadas através da abertura de 6 perfis de 150 cm de profundidade, em diferentes pontos da área. A Tabela 1 mostra os resultados das características analíticas do solo.

Queima da área

Inicialmente foi selecionada uma parcela em cada área, isolada por aceiros de 2,50 m de largura, para se realizar a queima experimentalmente e nas outras parcelas procedeu-se a queima em círculo, apenas ao redor do ponto amostral, com aceiros de menor largura que o anterior.

TABELA 1: Valores médios de granulometria nas diferentes profundidades dos perfis do solo, nas duas espécies estudadas

Profundidade (cm)	<i>P. caribaea</i>			<i>P. oocarpa</i>		
	areia	silte	argila	areia	silte	argila
	%			%		
00 - 05	9	28	63	10	30	60
05 - 10	11	30	59	11	25	64
10 - 20	9	27	64	11	23	66
20 - 30	7	24	69	9	20	71
30 - 40	7	25	68	8	20	72
40 - 50	6	25	69	7	19	74
50 - 75	5	26	69	7	20	73
75 - 100	7	23	70	7	18	74
100 - 125	6	25	69	7	18	74
125 - 150	5	23	72	8	18	74

Estimou-se em 8,5 e 7,9 ton/ha a quantidade de material combustível existente nos povoamentos de *P. oocarpa* e *P. caribaea*, respectivamente, através de equação em função da idade do povoamento (SOARES, 1979). As condições meteorológicas na data da queima, 9 de junho de 1979, apresentavam uma temperatura do ar de 22° C e uma umidade relativa do ar de 42%, ambos medidos às 13:00 horas. O fogo foi iniciado às 10:00 horas na área de *Pinus caribaea* var. hondurensis, que não havia sofrido desrama artificial e, por conseguinte, tinha a ramificação muito baixa. O fogo foi colocado na parte mais alta do terreno, propagando-se em direção ao declive. Inicialmente este propagou-se a uma velocidade de 0,5 m/min chegando a 2m/min, acima do limite máximo ideal prescrito para a queima. No talhão de *P. oocarpa* o fogo comportou-se da mesma forma, iniciando às 16:00 horas e propagando-se a uma velocidade de 2,5 m/min, também acima do máximo recomendável. A intensidade média do fogo foi de 128,5 kcal/m/s no talhão de *P. oocarpa* e de 121,0 kcal/m/s no de *P. caribaea*.

Trabalho de laboratório.

A preparação das amostras do solo para análise física e pH foi realizada no laboratório do Departamento de Solos do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

As amostras de solo foram secas a 105°C e preparadas em peneira de 2 mm de malha. Foram determinados o pH em água e em cloreto de potássio - KCl- (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, 1976/77). A textura ou análise granulométrica foi determinada através do método do densímetro modificado por VETTORI & PIERANTONI (1968) e a densidade real utilizando o picnômetro, através do método de BOUYOUCOS (1951).

Análise estatística

O pH na camada de 2,5 cm de profundidade foi analisado com delineamento completamente ao acaso, sendo que o tempo foi usado como tratamento. Foram 4 os tratamentos (antes, logo após, 7 meses após e 14 meses após a queima) e 8 repetições. As demais profundidades foram analisadas de acordo com os respectivos números de observações. A hipótese nula testada foi a não existência de diferença significativa no pH antes e até 14 meses após a realização da queima. Através do teste de Duncan foram comparadas as médias dos tratamentos para verificar quais as médias que diferiam entre si. Utilizou-se para o procedimento estatístico o programa SAS (SAS INSTITUTE, 1985). Todos os testes estatísticos foram feitos ao nível de 0,05.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios do pH (KCl) para o *Pinus caribaea* não diferiram entre si na camada de 0 - 2,5 cm, mas para o *Pinus oocarpa* a diferença entre as médias dos tratamentos foi significativa, aumentando de 3,98 para 4,13 logo após a queima. Aos 7 meses e aos 14 meses as médias não diferiram entre si. Aos 14 meses após a queima o valor da média do pH ainda foi significativamente maior do que o observado antes da queima. Observa-se que nas outras profundidades não houve diferenças entre as médias dos tratamentos (Tabela 2 e Figura 2).

Em relação ao pH (H₂O) houve um pequeno aumento não significativo após a queima, permanecendo constante aos 7 meses, voltando a aumentar, de forma significativa aos 14 meses após a queima, em 0,5 unidades de pH, na profundidade de 0 - 2,5 cm, no *P. caribaea* (Tabela 3 e Figura 1), fato este ocasionado, provavelmente, segundo GOMES NETO (1994), pelo pequeno decréscimo ocorrido nos teores de Ca + Mg logo após e 7 meses após a queima e K aos 7 e 14 meses após a queima.

Também atribui-se à regeneração do sub-bosque formado por arbustos, ervas e gramíneas que substituíram em grande parte as acículas, da camada superficial, influenciando as mudanças do pH do solo, devido à atividade biológica fato este que ocasionou aumento do pH aos 14 meses após a queima.

Registrou-se para o pH em KCl um valor menor em relação ao pH em água, pelo motivo de que, segundo RAIJ (1989), o pH KCl reflete o deslocamento de íons H adsorvidos às cargas negativas do solo pelos íons K solúveis, sendo menos afetado pela variação da concentração de sais solúveis no solo.

Para o *Pinus oocarpa* houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos ao nível de 5%. O pH em água passou de 4,1 para 4,5, um aumento de 0,4 unidades de pH na camada de 0 - 2,5 cm, logo após a queima, devido provavelmente a liberação de óxidos e silicatos na cinza, que possuem reação alcalina (Tabela 3 e Figura 1), resultados estes já verificados por SMITH (1970), HALLISEY & WOOD (1980), VIRO (1974) e AUSTIN & BAISINGER (1955).

Aos 7 meses após a queima houve uma queda significativa em relação ao valor anterior, provavelmente ocasionado pela ocorrência de chuva estacional e aos 14 meses tornou a aumentar significativamente, registrando um valor de 4,78 (Tabela 3 e Figura 1).

Na camada de 2,5 - 5,0 cm o aumento se deu aos 14 meses após a queima, na mesma proporção, passando de 4,25 para 4,67, 10 % em relação ao valor original.

TABELA 2: Valores médios de pH (KCl) observadas para as várias profundidades estudadas.

Profundidade (cm)	<i>Pinus caribaea</i>				<i>Pinus oocarpa</i>			
	Antes	após	7 meses	14 meses	Antes	após	7 meses	14 meses
00 - 2,5	a 4,21	a 4,33	a 4,21	a 4,27	b 3,98	a 4,13	ab 4,07	a 4,15
2,5 - 5,0	4,32	-	4,31	4,32	4,14	-	4,17	4,20
5,0 - 10,0	4,43	-	4,45	4,45	4,25	-	4,21	4,26
10,0 - 20,0	4,50	-	4,57	4,58	4,31	-	4,35	4,40
20,0 - 30,0	4,66	-	4,68	4,62	4,45	-	4,45	4,52
30,0 - 40,0	4,82	-	-	4,77	4,58	-	-	4,63
40,0 - 50,0	4,96	-	-	4,91	4,66	-	-	4,72

*As médias com mesma letra, para cada espécie, na horizontal não diferem entre si (DUNCAN) 0,05.

TABELA 3: Valores médios de pH (H₂O) para as várias profundidades estudadas.

Profundidade(cm)	<i>Pinus caribaea</i>				<i>Pinus oocarpa</i>			
	Antes	após	7 meses	14 meses	Antes	após	7 meses	14meses
0 - 2,5	b 4,36	b 4,51	b 4,27	a 4,86	c 4,10	b 4,50	c 4,23	a 4,78
2,5 - 5,0	4,38	-	4,41	4,70	4,25	-	4,31	4,67
5,0 - 10,0	4,60	-	4,57	4,70	4,35	-	4,45	4,71
10,0 - 20,0	4,72	-	4,67	4,92	4,51	-	4,62	4,82
20,0 - 30,0	4,76	-	4,76	4,83	4,61	-	4,67	4,90
30,0 - 40,0	4,75	-	-	4,88	4,72	-	-	4,90
40,0 - 50,0	4,67	-	-	4,88	4,73	-	-	4,88

*As médias com mesma letra, para cada espécie, na horizontal não diferem entre si (DUNCAN) 0,05.

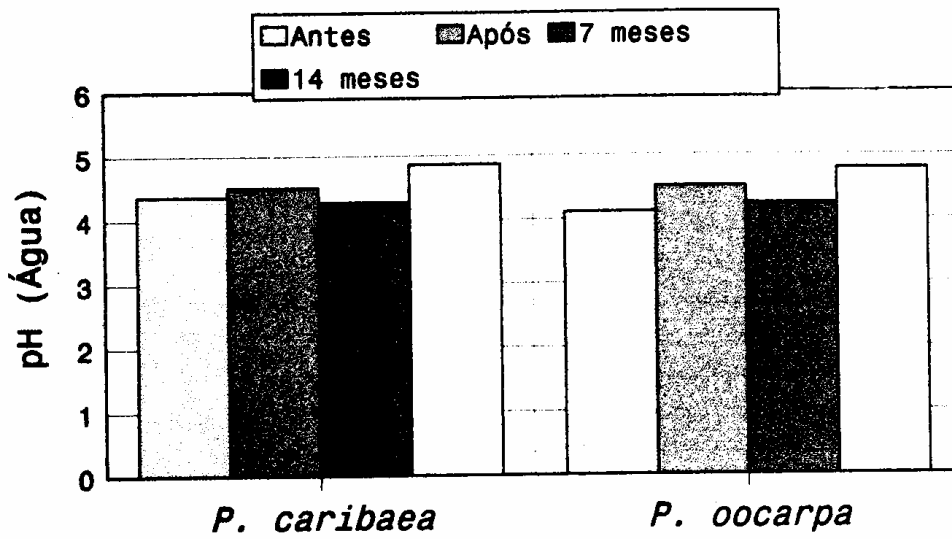


FIGURA 1: Teores médios de pH (Água) observados na camada de 0 - 2,5 cm de profundidade para o *P. caribaea* e *P. oocarpa*.

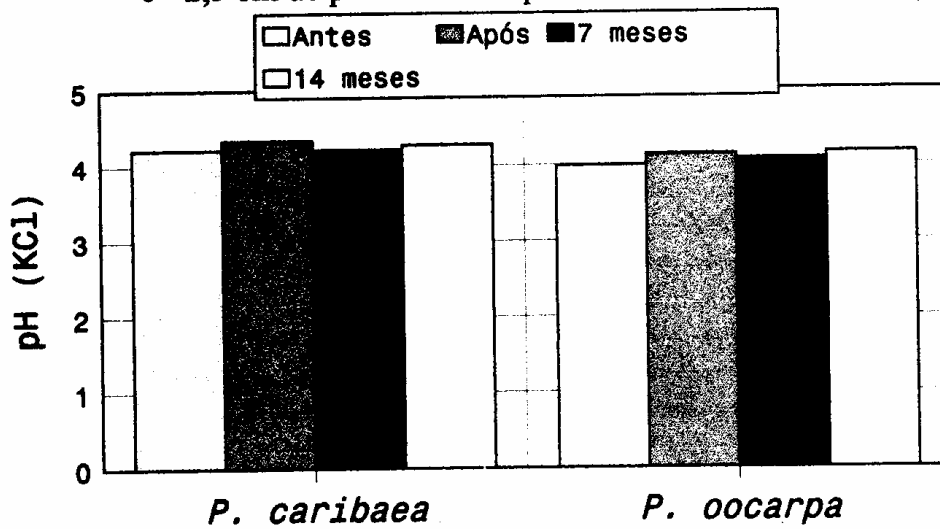


FIGURA 2: Teores médios de pH (KCl) observados na camada de 0 - 2,5 cm de profundidade para o *P. caribaea* e *P. oocarpa*.

TABELA 4: Análise de variância para 95% de confiança entre tratamentos, pH (KCl e H₂O) do solo, talhão de *Pinus caribaea* var. hondurensis, profundidade de 0 - 2,5 cm.

pH (KCl)	GL	SQ	QM	F	CV%	PROB. > F
TRATAMENTO	3	0,085937	0,028645	0,88	4,23	0,4632
ERRO	28	0,911250	0,032544			
TOTAL	31	0,997187				
pH (H ₂ O)						
TRATAMENTO	3	1,608437	0,536145	5,82	6,74	0,0032
ERRO	28	2,581250	0,092187			
TOTAL	31	4,189687				

TABELA 5: Análise de variância para 95% de confiança entre tratamentos, pH (KCl e H₂O) do solo, talhão de *Pinus oocarpa*, profundidade de 0 - 2,5 cm.

pH (KCl)	GL	SQ	QM	F	CV%	PROB.>F
TRATAMENTO	3	0,132500	0,040750	4,38	2,4	0,0120
ERRO	28	0,282500	0,010089			
TOTAL	31	0,415000				
pH (H ₂ O)						
TRATAMENTO	3	2,211250	0,737083	17,38	4,67	0,0001
ERRO	28	1,187500	0,042410			
TOTAL	31	3,398750				

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados observados no presente trabalho pode-se concluir que:

a) O pH (H₂O) na camada de 0 - 2,5 cm de profundidade elevou-se após o fogo no *P. caribaea*, estabilizando-se até os 7 meses; no *P. oocarpa* o pH apresentou comportamento semelhante. Para ambas as espécies estudadas houve um acréscimo mais acentuado entre 7 e 14 meses após a queima;

b) O pH (KCl) apresentou pequeno aumento logo após a queima, voltando ao mesmo nível de antes da queima aos 7 meses e estabilizando-se até o final do período na profundidade de 0 - 2,5 cm, para ambas as espécies estudadas;

c) Nas demais profundidades não houve mudanças no pH em água e em cloreto de potássio, para ambas espécies estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSTIN, R.C., BAISINGER, D.H. Some effects of burning on forest soils of western Oregon and Washington. *Journal of Forestry*, n. 53., p. 275-280, 1955.
- BINKLEY, D. *Forest Nutrition Management*. New York: John Wiley & Sons, 1986. 290 p.
- BOUYOUCOS, G.J. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, n. 43. 1951.
- BRADY, N.C. *The nature and properties of soils*. 2.ed. New York: MacMillan, 1974. 639 p. Cap.4: Soil Colloids, p. 71-110.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. *Áreas de concentração da agricultura*. Brasília: Brasiliense, 1976. v. 4.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. *Geologia da Região do Triângulo Mineiro*. Rio de Janeiro: 1970. (Boletim Técnico, 136).
- BROWN, A.A. & DAVIS, K.P. *Forest Fire: control and use*. 2 ed. New York: McGraw - Hill, 1974. 686 p.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análise de solo**. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo, 1971.
- FASSBENDER, H.W. **Química de Suelos: con énfasis em suelos de América Latina**. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrárias, 1980. 398 p. Cap. 6: Reacción del Suelo. p. 168 - 205.
- GOMES NETO, J. **Influência da queima controlada na concentração de elementos químicos do solo em povoamentos de *Pinus spp.* na Região de Sacramento, MG**. Santa Maria: UFSM, 1994. 94 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria.
- HALLISEY, D.M., WOOD, G.N. Prescribed fire in scrub oak habitat in Central Pennsylvania. **Journal of Wild Life Management**, v. 40, n. 3, p. 507-515, 1975. Resumo publicado em *Forestry Abstracts*, v.39, n.1, p. 24-25, dec. 1980.
- KIVEKÄS, K. Jaskiviljelyksen vaikutus erisiin maanomi-naisuksiin. **Comm.Inst. for Fenn**, v. 27, n.2, 1975. Resumo publicado em *Forestry Abstracts*, v. 2, n. 4, p. 282. 1941.
- PROJETO DE DESENVOLVIMENTO E PESQUISA FLORESTAL. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1978. 66 p.
- RAIJ, B. van. Acidez e calagem. In: SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO, 2., 1989, Santa Maria. **Anais...**, Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1989. 224 p.
- SAS INSTITUTE. **SAS for linear models: a guide to the ANOVA and GLM procedures**. Cary North Carolina: 1985. 231 p.
- SMITH, D.W. Concentrations of soil nutrients before and after fire. **Canadian Journal of Soil Science**, Canada, n. 58, p. 17-29, 1970.
- SOARES, R.V. **Curso de prevenção e controle de incêndios florestais**. Curitiba: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior, 1986. Módulo 3: Efeitos do fogo sobre o ecossistema. p. 61-73.
- . **Prevenção e combate de incêndios florestais** Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1979. 58 p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Boletim de análise do solo**. Curitiba: Departamento de Solos, Setor de Ciências Agrárias, 1981. 1 p.

- UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Manual de análise química do solo e foliar**. Curitiba, 1976/77. 225 p.
- VETTORI, L., PIERANTONI, H. **Análise granulométrica: novo método para determinar a fração argila**. Rio de Janeiro: EPFS, 1968. 8 p. (Boletim Técnico, 3).
- VIRO, P. J. **Fire and ecosystems: Effects of fire on soil.**, New York: Academic Press, 1974. 542 p.
- WIDRICH, V., BOSETTO F.M., RENZONI, M. Efeccts of fire on some chemical characteristics of a forest soil. **Italia Forestal e Montana**, v. 3, n. 32. p 93-104, 1977. Resumo publicado em **Forestry Abstracts**, v. 41, n. 10, p. 508. 1980.