

QUEIMA CONTROLADA EM PLANTAÇÕES DE *Pinus* SPP NA REGIÃO DE SACRAMENTO, MG**

Ronaldo Viana Soares*

SUMMARY

*The main objective of this research was to test the efficiency of a prescribed burning in the reduction of fuel accumulations under *Pinus oocarpa* and *Pinus caribaea* var, hondurensis plantations in the southwest of Minas Gerais State, Brazil.*

According to the prescriptions, the optimum conditions for the burning were: maximum air temperature 18°C, minimum windspeed 1,05 m/s and minimum relative humidity 60%. The burning was scheduled for June 9 th, 1979 and due to administrative problems it was carried out on that day, although the weather conditions were not according to the prescription: at 9:00 AM air temperature was 20°C, windspeed zero and relative humidity 42%.

*Due to the adverse weather conditions, fire intensity and scorch height were higher than expectation. Fire intensity and scorch height ranged, respectively from 121.0 kcal/m-s and 7.8 m in *Pinus caribaea* hondurensis to 128.5 kcal/m-s and 8.0 m in *Pinus oocarpa*.*

*Regardless of the fact that intensity was higher than it should be, apparent damage to the trees was minimum. The fire was under control during the entire operation. Reduction of the fuel bed was approximately 90% in *Pinus oocarpa* and 91% in *Pinus caribaea* hondurensis. Due to the fire intensity, there was an excessive needle fall after the fire, even though needle accumulation was much less and not as dangerous as the fuel bed existing before the fire.*

1. INTRODUÇÃO

O acúmulo de material combustível sob plantações de *Pinus* spp aumenta sensivelmente o risco de danos caso ocorra um incêndio florestal na área. O material combustível entretanto é parte inerente da floresta. Acículas caídas, gramíneas, material residual, arbustos e mesmo as árvores podem representar, dependendo do estado em que se encontram, concentrações de combustível consideradas perigosas caso ocorra uma ignição na área.

Considerando que o material combustível é um dos componentes do "triângulo do fogo" e, principalmente, que é o único desses componentes que pode ser alterado pelo homem, não resta dúvida que o manejo do material combustível merece uma atenção especial por parte dos técnicos florestais.

Controlando-se a quantidade de material combustível em uma floresta, o risco de danos pelo fogo será sensivelmen-

te menor. A remoção completa do material combustível no entanto não é possível nem desejável. A remoção parcial, porém, pode ser feita com segurança através de vários métodos, alguns deles entretanto economicamente inviáveis.

Queima controlada parece ser, no momento, uma das melhores soluções para o problema de acúmulo de material combustível em florestas de *Pinus* spp, que são espécies resistentes a fogo de baixa intensidade. Por ser uma técnica relativamente barata, sua aplicação poderia representar grande economia nos custos de proteção contra incêndios florestais.

O objetivo principal deste trabalho foi realizar uma queima controlada para reduzir a quantidade de material combustível existente sob plantios de *Pinus* spp, eliminando ou diminuindo, por conseguinte, o risco potencial de destruição das plantações por eventuais incêndios florestais.

* Engenheiro Florestal, M.Sc., Ph.D., Professor Titular do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. Bolsista do CNPq.

** Projeto de pesquisa financiado pela Reflorestadora Sacramento — RESA — Ltda.

2. REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com Cooper (2) o fogo controlado, aplicado de maneira científica, tem demonstrado ser até agora o melhor dos métodos conhecidos para manter o material combustível de uma floresta em níveis toleráveis. Mobley et al (8) afirmam que o fogo controlado é a mais prática ferramenta disponível, em manejo florestal, para controlar perigosas concentrações de material combustível que se acumulam sob plantações equianas.

Onde existe a possibilidade de destruição de plantios pelo fogo, a queima controlada para redução do risco é geralmente o melhor seguro (11). Eliminação de altas acumulações de combustível através de fogo controlado, sob condições adequadas, mantém o plantio temporariamente à prova de fogo (11), pois mesmo que ocorra uma ignição, não haverá material combustível para queimar.

Um importante fator para o sucesso de uma queima controlada é evitar o crestamento das acículas, ou pelo menos mantê-lo abaixo de 30 a 40% do total da superfície da copa (9). A altura de crestamento é proporcional à intensidade do fogo e também depende da temperatura e velocidade do vento (12). A intensidade do fogo pode ser calculada após as estimativas da quantidade de material combustível e da velocidade de propagação (1). Conhecida a intensidade potencial é possível estabelecer as condições de temperatura e velocidade do vento que permitam manter a altura de crestamento abaixo do limite desejado, que depende da altura média das árvores (9).

Uma das limitações do uso de fogo controlado é o temor de danos ao ambiente, especialmente ao solo. O fogo porém é um elemento natural, que sempre foi parte integrante de diversos ecossistemas terrestres. Quando bem prescrito e manejado, o fogo pode proporcionar mais benefícios do que danos (9). Segundo Lotti, Klawitter e LeGrande (6), as diversas análises de solo — matéria orgânica, físicas e químicas — não indicaram nenhuma evidência de danos aos

solos em povoamentos de *Pinus taeda* no Sudoeste dos Estados Unidos, após dez anos de tratamento com fogo controlado. King et al (5) evidenciam que a perda de minerais em um programa de queima controlada devidamente elaborado é muito menor do que no caso de um incêndio florestal. Além disto, o fogo controlado poderá ser um agente reciclador dos nutrientes incorporados à matéria orgânica, melhorando a qualidade dos solos onde a decomposição natural é muito lenta.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Características do local

A pesquisa foi desenvolvida na fazenda "Chapadão do Bugre", de propriedade da Reflorestadora Sacramento — RESA Ltda., situada no município de Sacramento, Minas Gerais. A altitude média do local está em torno de 1.200 m s.n.m. De acordo com os dados meteorológicos (Quadro 1) a região apresenta um clima tipo "Cwa" segundo a classificação de Koppen (3) e tipo "Floresta úmida subtropical montano-baixo" segundo a classificação de Holdridge (4).

QUADRO 1 — Dados meteorológicos da fazenda "Chapadão do Bugre", Sacramento, MG.

Mês	Média Mensal	
	Temp.(°C)	Precipitação (mm)
Janeiro	21,50	304,9
Fevereiro	21,96	189,3
Março	20,93	204,6
Abril	18,60	122,2
Maiο	17,20	69,2
Junho	15,20	25,4
Julho	16,40	39,4
Agosto	16,80	2,0
Setembro	18,40	34,6
Outubro	20,60	182,8
Novembro	22,05	341,9
Dezembro	20,71	300,1
Média anual	19,20	1.811,4

3.2. Prescrição da queima

Para se prescrever as condições ideais sob as quais a queima seria realizada, foi necessário estimar a quantidade de material combustível, fixar a intensidade máxima de fogo desejada e calcular a velocidade máxima de propagação do fogo permitida.

A quantidade de material combustível existente no piso das florestas foi estimada através das equações (10):

$$P_t = 11,523623 + 0,225737 I^2 + 58,81606 / I$$

sendo

P_t = peso seco total em ton/ha, para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

I = idade do povoamento em anos

e

$$P_t = 21,007840 + 0,334142 I^2 + 92,134990 / I$$

sendo

P_t = Peso seco total em ton/ha, para *Pinus oocarpa*

I = idade do povoamento em anos.

A intensidade máxima de fogo desejada foi fixada em 80 kcal/m-s (7) e a velocidade máxima de propagação foi calculada com base na seguinte equação(1):

$$I = H \cdot w \cdot r$$

sendo

I = intensidade do fogo em kcal/m-s

H = capacidade calorífica do combustível (4.000 kcal/kg)

w = peso do material combustível disponível em kg/m²

r = velocidade de propagação em m/s

Tomando por base a intensidade máxima permitida foram determinadas as condições ideais de temperatura do ar e velocidade do vento no dia da queima para evitar danos às copas através do crestamento das acículas. Considerando-se a altura média das árvores, foi fixada uma altura máxima de crestamento de 5m. As condições de vento e temperatura foram determinadas através da equação (2):

$$h_s = \frac{3,94 I^{7/6}}{(0,107 I + u^3)^{1/2} (60-T)}$$

sendo

h_s = altura de crestamento em m.

I = intensidade do fogo em kcal/m-s

U = velocidade do vento em m/s

T = temperatura do ar em °C.

3.3. Preparo da área

Foram escolhidos dois talhões, um de *Pinus oocarpa* e outro de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, ambos com 7 anos de idade, para se queimar. A área a ser queimada, dentro de cada talhão, media 150 m de comprimento por 125 m de largura. Essas áreas foram devidamente isoladas do resto dos talhões por aceiros de aproximadamente 2,50 m de largura. Não houve nenhum preparo interno das áreas.

3.4. Técnica utilizada e precauções tomadas na queima

Como se tratava da primeira queima, a técnica a ser utilizada obrigatoriamente devia ser "queima contra o vento" (9). Essa técnica consiste em colocar uma linha de fogo ao longo de uma barreira natural ou artificial (aceiro) e deixar o fogo se propagar contra o vento ou montanha abaixo, em terrenos inclinados. O comprimento da faixa a ser queimada varia de acordo com as condições locais. No presente caso, o comprimento foi de 150 m.

Devido a falta de experiência com esse tipo de trabalho na região, foram tomadas todas as precauções no sentido de evitar que o fogo escapasse ao controle. Foram usados os equipamentos de combate contra fogo disponíveis, tais como 1 caminhão-tanque, bombas costais, ferramentas manuais e operários suficientes para manter uma vigilância efetiva nos aceiros.

3.5. Avaliação da queima

A avaliação da queima foi feita em duas etapas. Na primeira, realizada 1 mês após a queima, foi feito um inventário do material combustível remanescente, a fim de se estimar a quantidade consumida pelo fogo. Para esse inventário foram aleatorizadas 25 parcelas de amostragem de 1x1 m em cada uma das áreas queimadas. Dessas parcelas foi retirado todo o material combustível, classificado por tamanho, e pesado. De cada classe de tamanho foi retirada uma amostra, pesada, e levada ao laboratório para a determinação do peso seco, após secagem

em estufa a 75°C por aproximadamente 24 horas. Com base na amostragem, foi determinado o peso seco do material remanescente por hectare, para ser comparado com a quantidade total existente antes da queima.

A segunda etapa, realizada quatro meses após a queima, constou de uma verificação da área para se ter uma idéia dos eventuais danos causados pelo fogo e do tipo de vegetação que estava regenerando no sub-bosque.

4. RESULTADOS

4.1. Prescrição da queima

A estimativa da quantidade de material combustível existente nas áreas preparadas para a queima controlada indicou os seguintes valores:

- i) Em *Pinus oocarpa* — 8,5 ton/ha
- ii) Em *Pinus caribaea* var. *hondurensis* — 7,9 ton/ha

Considerando-se que cerca de 85% desse material poderia ser considerado como disponível e fixando-se a intensidade máxima em 80 kcal/m-s, a velocidade de propagação do fogo deveria ser, no máximo:

- i) Em *Pinus oocarpa* — 0,028 m/s ou 1,68 m/min.
- ii) Em *Pinus caribaea* var. *hondurensis* — 0,029 m/s ou 1,78 m/min.

Fixando-se a altura máxima de crescimento em 5,0 m, as condições climáticas ideais para a realização da queima seriam:

- i) Temperatura máxima do ar — 18°C
- ii) Velocidade mínima do vento — 1,05 m/s ou 3,78 km/h
- iii) Umidade relativa do ar mínima — 60%

4.2. Comportamento do fogo

Devido a problemas administrativos e de disponibilidade de tempo, a queima foi programada para o dia 09 de junho de 1979. As condições climáticas nesse

dia, entretanto, não estavam de acordo com a prescrição. Às 9:00 horas a temperatura do ar era de 20°C, a velocidade do vento zero e a umidade relativa do ar 42%. A temperatura máxima do dia foi 22°C e a umidade relativa 42%, ambos às 13:00 horas. Como toda a infra-estrutura para a queima estava preparada e devido a falta de datas disponíveis no futuro, decidiu-se realizar a queima mesmo em condições adversas e observar o comportamento do fogo nessas condições.

O fogo foi iniciado às 10:00 horas e a primeira área queimada foi a de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, que não havia sofrido derrama artificial e apresentava ramificação muito baixa. Como não havia vento, foi usada a declividade do terreno como elemento moderador do fogo. Assim, o fogo foi colocado na parte mais alta para se propagar em direção ao declive.

No início, o fogo começou a se propagar a uma velocidade de 0,5 m/min, ou seja, menos do que a velocidade máxima desejada. À medida que a temperatura ambiente aumentou, o fogo se tornou mais intenso e a propagação chegou a 2 m/min., acima portanto do limite máximo ideal. Apesar da intensidade, o fogo não chegou a fugir do controle. Entre-

tanto, um contra-fogo não programado, colocado precipitadamente na extremidade da área aumentou excessivamente a intensidade, chegando mesmo a queimar algumas copas e aumentando por conseguinte a intensidade de danos.

Além da ramificação baixa nas árvores dessa parcela, a grande quantidade de acículas secas existentes ao longo do tronco das árvores favoreceu a tendência do fogo subir às copas, o que não pode ser evitado em alguns árvores.

Na parcela de *Pinus oocarpa*, o fogo se comportou mais ou menos da mesma forma que no *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. O fogo foi iniciado às 16,00 horas e terminou uma hora depois, propagando-se a uma velocidade média de 2,5 m/min., acima portanto do máximo recomendável. Como a parcela havia sido derramada artificialmente, havia mais dificuldade do fogo subir até a copa. Mesmo assim, em árvores com excesso de acículas presas ao tronco, havia a tendência do fogo subir, necessitando controle com auxílio das bombas costais.

Apesar da intensidade do fogo ter excedido, em ambas as parcelas, o limite máximo desejado, não houve problema quanto ao confinamento do fogo na área queimada. O fogo foi mantido sob controle durante toda a queima.

4.3. Avaliação de queima

4.3.1. Redução do material combustível

Para estimar com maior precisão a quantidade de material combustível consumido pelo fogo foi feito um inventário um mês após a queima. Os resultados do inventário são apresentados no Quadro 2.

QUADRO 2 — Peso seco do material combustível residual, por classes de diâmetro, em *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

Classes de diâmetro (cm)	Pinus oocarpa		Pinus caribaea hondurensis	
	g/m²	ton/ha	g/m²	ton/ha
< 0,7	16,68	0,147	8,60	0,086
0,7 — 2,5	49,75	0,498	62,10	0,621
2,5 — 7,6	15,23	0,152	—	—
> 7,6	3,53	0,035	—	—
Total	83,19	0,832	70,70	0,707

Considerando-se a quantidade de material combustível existente antes do fogo, a redução foi de aproximadamente 90% no plantio de *Pinus oocarpa* e cerca de 91% no *Pinus caribaea hondurensis*.

O inventário acusou por outro lado uma quantidade relativamente grande de acículas crestadas no solo, caídas em consequência do fogo. O peso seco das acículas era aproximadamente 4,0 e 5,0 ton/ha em *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea hondurensis* respectivamente.

4.3.2. Efeitos da queima

Baseando-se nos dados do inventário, que permitem estimar a quantidade de combustível consumida pelo fogo e na velocidade média de propagação do fogo, a intensidade média do fogo foi de cerca de 128,5 kcal/m-s em *Pinus oocarpa* e de 121,0 kcal/m-s em *Pinus caribaea hondurensis*. Considerando-se essas intensidades e as condições climáticas durante a queima, a altura de crestamento letal das copas foi de aproximadamente 7,8 e 8,0m em *Pinus caribaea* e *P. oocarpa*, respectivamente.

A intensidade do fogo, em ambos os plantios, superou o máximo desejado. Portanto era de se esperar que alguns danos fossem causados às árvores. A vistoria realizada 4 meses após a queima mostrou entretanto que os danos, pelo menos visualmente, foram mínimos. A mortalidade foi praticamente nula. Apenas algumas árvores suprimidas, de diâmetro inferior a 5 cm, foram mortas pelo fogo. Mesmo na parte do plantio de *Pinus caribaea hondurensis* afetada pelo contra-fogo, onde a intensidade foi muito maior e impossível de se estimar, não houve mortalidade entre as árvores, embora os danos à copa possam resultar em atraso de crescimento.

A regeneração do sub-bosque foi principalmente composta de ervas e arbustos do cerrado. A regeneração foi mais intensa sob o *Pinus oocarpa*, onde existe mais luminosidade.

O principal objetivo da queima, redução do material combustível, foi atingido. É flagrante a diferença entre a parte queimada e a não queimada. O tipo de material combustível considerado perigoso, principalmente gramíneas secas e material fino, foi totalmente eliminado.

5. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A principal preocupação ao se planejar uma queima controlada é manter a intensidade do fogo dentro de limites que alcancem os objetivos desejados sem causar danos às árvores. Enquanto McArthur (7) estabelece em aproximadamente 82 kcal/m-s o limite máximo de intensidade do fogo em povoamentos comerciais, Brown e Davis (1) dizem que certas espécies podem suportar intensidades de até cerca de 120 kcal/m-s.

Embora a prescrição para a presente queima tenha fixado o limite máximo em 80 kcal/m-s, a intensidade média chegou a 121,0 e 128,5 kcal/m-s em *Pinus caribaea hondurensis* e *Pinus oocarpa* respectivamente. Estes números, apesar de considerados altos para as condições, principalmente de idade, dos povoamentos, estão ainda muito aquém dos limites de intensidade alcançados por incêndios florestais, que normalmente superam 400 kcal/m-s (9).

Apesar da relativamente alta intensidade do fogo, os danos aparentes às árvores não foram significativos, com exceção da área onde foi colocado o contra-fogo. Neste local, a intensidade, apesar de não poder ser estimada, seguramente foi superior a 130 kcal/m-s, provocando danos às copas das árvores sem entretanto causar mortalidade.

Muito embora não tenha havido mortalidade entre as árvores, com exceção de algumas suprimidas, não se pode ainda avaliar os efeitos indiretos do fogo sobre o povoamento. Haverá redução do crescimento das árvores? Os nutrientes liberados (mineralizados) pelo fogo terão efeito sobre o crescimento, compensando o crestamento letal da parte da copa em algumas árvores? Perguntas como estas somente poderão ser respondidas a médio prazo, através de pesquisas complementares na área do ensaio.

O objetivo principal da queima, que era a redução do material combustível foi plenamente alcançado. Devido a alta intensidade do fogo, a redução foi maior que o esperado. A previsão era de uma redução em torno de 80% e na realidade ela chegou à casa dos 90%.

Um efeito indesejável, que ocorreu em função da alta intensidade do fogo e da elevada altura letal de crestamento,

foi a excessiva queda de acículas após o fogo, chegando a 4 ton/ha em **Pinus oocarpa** e 5,0 ton/ha em **Pinus caribaea hondurensis**. Apesar da intensidade do fogo e altura de crestamento terem sido maiores em **Pinus oocarpa**, a queda de acículas foi menor porque o talhão havia sido derramado artificialmente. As acículas entretanto, devido a uma maior compactação, representam um tipo de combustível bem menos perigoso que o existente antes do fogo. Um melhor controle da intensidade do fogo certamente evitaria ou minimizaria esse problema.

Comparando-se visualmente as áreas queimadas e não queimadas nota-se uma nítida diferença na vegetação do sub-bosque. Enquanto nas áreas não queimadas predominam as gramíneas, nas áreas queimadas se observa a regeneração de ervas e arbustos típicos do cerrado. A regeneração dessas espécies é mais intensa em **Pinus oocarpa**, onde a luminosidade do sub-bosque é maior. A brotação nova e succulenta de ervas e arbustos da região apresenta aspectos positivos tanto na melhoria do habitat para a vida silvestre, aumentando a disponibilidade de alimentação para a fauna herbívora, como na preservação do ecossistema local.

Um dos aspectos importantes a considerar na implantação de um programa de queima controlada é o custo da operação. Nesse trabalho não houve a preocupação de se analisar os custos, por três motivos principais. Em primeiro lugar, como se tratava de um trabalho pioneiro e de certo risco, foram mobilizados todos os recursos disponíveis para se evitar danos no caso do fogo escapar ao controle. Em segundo lugar, como não havia pessoal com experiência suficiente, procurou-se compensar a qualidade com quantidade de mão-de-obra. Finalmente, a operação de queima controlada foi aproveitada como treinamento para o pessoal na área de controle de incêndios florestais.

As conclusões mais importantes do presente trabalho, em síntese, seriam as seguintes:

a) A queima controlada para a redução de material de combustível em plantações de **Pinus oocarpa** e **Pinus ca-**

ribaea hondurensis a partir de sete anos de idade e viável e exequível.

b) Obedecendo-se as condições estabelecidas pela prescrição pode-se atingir os objetivos da queima sem causar danos significativos às árvores.

c) Intensidade de fogo e alturas de crestamento acima dos níveis máximos desejados promovem excessiva queda de acículas, contribuindo para um indesejável aumento da quantidade de material combustível no piso da floresta, embora em níveis bem menores e menos perigosos que os anteriores à queima.

d) A queima controlada altera drasticamente a vegetação do sub-bosque, favorecendo a regeneração de ervas e arbustos, em detrimento das gramíneas.

e) Efeitos indiretos da queima, tais como alterações nas quantidades totais e disponíveis de nutrientes, influência no crescimento das árvores e alterações no ecossistema somente poderão ser avaliados mediante programas de pesquisas complementares.

6. RESUMO

O principal objetivo deste trabalho foi testar a viabilidade do uso de fogo controlado na redução do material combustível acumulado sob plantios de **Pinus caribaea** var. **hondurensis** e **Pinus oocarpa** na região de Sacramento, MG.

De acordo com a prescrição, as condições ideais para a queima seriam: temperatura máxima de 18°C, velocidade mínima do vento 1,05 m-s e umidade relativa mínima do ar 60%. Apesar das condições do dia previsto para a queima não estarem de acordo com a prescrição (às 9 horas da manhã a temperatura era 20°C, velocidade do vento zero e umidade relativa do ar 42%), por razões administrativas a queima teve que ser realizada assim mesmo.

Devido às condições adversas do dia, a intensidade do fogo e a altura de crestamento foram maiores que o esperado, variando respectivamente de 121,0 kcal/

m-s e 7,8 m em *Pinus caribaea hondurensis* a 128,5 kcal/m-s e 8,0 m em *Pinus oocarpa*.

Apesar da relativamente alta intensidade, os danos aparentes ao povoamento foram mínimos e o fogo esteve sob controle durante toda a operação. A redução de material combustível no piso da floresta foi de aproximadamente 90%

em *Pinus oocarpa* e 91% em *Pinus caribaea hondurensis*. Observou-se, após o fogo, uma queda excessiva de acículas, motivada pela intensidade do fogo. Entretanto, devido a uma maior compactação e muito menor peso por área, as acículas se constituem num tipo de combustível bem menos perigoso que o existente antes do fogo.

7. LITERATURA CITADA

1. BROWN, A.A. e DAVIS, K.P. Forest fire: control and use. New York, McGraw — Hill, 2nd edd., 1973. 686 p.
2. COOPER, R.W. Prescribed burning: why it is a vital forest management tool. Forest Farmer 31 (7) : 18-19. 1972.
3. HAURWITZ, B. e AUSTIN, J.M. Climatology. New York, McGraw — Hill, 1944. 410 p.
4. HOLDRIDGE, L.R. Ecologia basada en zonas de vida. San José, IICA, 1978. 216 p.
5. KING, N.K. et al. Studies on bushfire smoke. In Fire in the Environment Symposium Proceedings, Denver, U.S. Forest Service, 1971. 251 p.
6. LOTTI, T., KLAUITTER, R.A. e LEGRANDE, W.P. Prescribed burning for understory control in loblolly pine stands of the coastal plain. U.S. Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station Paper nº 116, 1960. 19 p.
7. McARTHUR, A.G. Fire behaviour in eucalypt forests. Camberra, Dept. of National Development, Forestry and Timber Bureau, Leaflet nº 107, 1967. 36 p.
8. MOBLEY, H.E. et al. A guide for prescribed fire in southern forests. Atlanta, U.S. Forest Service Southeastern Area State and Private Forestry, 1973. 40 p.
9. SOARES, R.V. The use of prescribed fire in forest management in the State of Parana, Brazil. Seattle, University of Washington, Ph.D. Dissertation, 1977. 203 p.
10. SOARES, R.V. Determinação da quantidade de material combustível acumulada em plantios de *Pinus* spp na região de Sacramento, MG. Curitiba, Revista Floresta 10(1): 48-62.
11. TURNER JR., J.C. Techniques and tools of fire protection. Forest Farmer 30 (7): 76-76. 1971.
12. VAN WAGNER, C.E. Height of crown scorch in forest fires. Canadian Journal of Forest Research 3 : 373-378. 1973.