

Relações entre a altura de carbonização da casca das árvores e algumas variáveis do comportamento do fogo em uma queima controlada em povoamento de *Pinus taeda**

ANTONIO CARLOS BATISTA**
RONALDO VIANA SOARES***

RESUMO

Esta pesquisa foi desenvolvida em um povoamento de *Pinus taeda* localizada no município de Sengés, norte do Paraná. O seu objetivo foi estabelecer as correlações entre variáveis do comportamento do fogo e a altura média de carbonização da casca das árvores, após a realização de queimas controladas de baixa e média intensidades. Correlações estatisticamente significativas entre altura de carbonização e intensidade do fogo e entre altura de carbonização e velocidade de propagação foram encontradas. Não foi observada correlação significativa entre altura de carbonização e quantidade de combustível consumido. Os resultados mostraram que a altura de carbonização da casca das árvores pode ser usada para estimar algumas variáveis do comportamento do fogo, principalmente velocidade de propagação e intensidade do fogo e que a precisão da estimativa depende do nível de intensidade da queima.

Palavras-chave: comportamento do fogo, queima controlada, incêndio

ABSTRACT

Relationships between bark char height and some fire behavior variables in a pine plantation prescribed burning. This research was carried out in a loblolly pine (*Pinus taeda*) plantation in the northeast of the State of Paraná, Brazil. The objective of the work was to establish the correlation between fire behavior variables and the height of bark char measured in the trees after low and medium intensity prescribed burning treatments were applied. Statistically significant correlation coefficients between bark char height and fire intensity and between bark char height and rate of spread were found. No significant correlation was observed between bark char height and consumed fuel. Results showed that bark char height could be used to estimate some fire behavior variables, mainly rate of spread and fire intensity, and that accuracy may be different depending upon the fire intensity level.

Key words: fire behavior, prescribed burning, forest fire

* Original, em inglês, apresentado na "2nd International Conference on Forest Fire Research", Coimbra, Portugal

** Eng. Florestal, Dr., Professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco

*** Eng. Florestal, Ph.D., Professor do Departamento de Silvicultura e Manejo, UFPR

INTRODUÇÃO

A queima controlada tem sido largamente usada em diferentes regiões do mundo, principalmente na redução do material combustível em povoa-mentos de espécies resistentes ao fogo.

Um dos aspectos mais importantes a se observar quando se usa a queima controlada é o efeito do fogo sobre os diversos componentes do ecossistema, como solo, ar atmosférico, vegetação e fauna silvestre.

Para se avaliar os efeitos do fogo é necessário estimar as variáveis do comportamento do fogo. De acordo com DE RONDE (1990), a estimativa dessas variáveis é importante na comparação dos incêndios, no planejamento do controle dos incêndios e na previsão dos seus efeitos.

As variáveis do comportamento do fogo têm sido usadas por vários pesquisadores para descrever as condições adequadas para se fazer queimas controladas em povoamentos florestais (McARTHUR & CHENEY, 1966).

A intensidade é uma das variáveis do comportamento do fogo que melhor prediz os efeitos do fogo. Byram (BROWN & DAVIS, 1973) definiu intensidade do fogo como a taxa de liberação de energia por unidade de tempo e por unidade de comprimento da frente de fogo. A intensidade do fogo pode também ser estimada através do comprimento das chamas, definido como a distância do meio da base ao topo das chamas.

Embora o comprimento da chama seja uma boa alternativa para estimar a intensidade do fogo, a sua medição é muito difícil (CAIN, 1982) porque a chama é um fenômeno pulsante, aleatório e transitório (JOHNSON, 1982).

Uma variável muito mais fácil de medir e que tem sido usada por alguns pesquisadores (TOZZINI & SOARES, 1987) para estimar a intensidade do fogo é a altura média da carbonização da casca das árvores. A altura da carbonização da casca pode ser medida diretamente nas árvores, após um incêndio ou uma queima controlada.

BATISTA *et al.* (1993) estudaram a correlação estatística entre a altura média da carbonização da casca e a intensidade do fogo. Os resultados mostraram correlação significativa em queimas de baixa intensidade e para ambas as queimas (baixa e média intensidades) simultaneamente e não significativa para queimas de média intensidade. Os autores concluíram que, nas condições estudadas, a altura média da carbonização da casca poderia ser usada para se estimar a intensidade do fogo.

O objetivo deste trabalho foi continuar os estudos sobre as relações entre a altura da carbonização da casca das árvores e algumas variáveis do comportamento do fogo, i.e., intensidade do fogo, velocidade de propagação e quantidade de material consumido.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados necessários para a realização deste trabalho foram coletados em um experimento de queima controlada, começado em 1991, em um talhão

não desbastado de *Pinus taeda* com 12 anos de idade, plantado em um espaçamento de 2,0 x 2,5 m. O peso do material combustível morto depositado no piso da floresta foi estimado em 11,4 t.ha⁻¹. A plantação pertence à PISA Florestal S.A. e está localizada no município de Sengés, norte do estado do Paraná.

O experimento continha 28 parcelas de 1.000 m² (20 x 50 m) cada, incluindo 7 tratamentos em 4 blocos. Os tratamentos foram diferentes estações de queima (primavera e inverno) e intensidades de fogo. Nenhuma outra queima ou qualquer tipo de distúrbio tinha sido observado previamente na área do experimento.

Intensidades do fogo foram estimadas e alturas de carbonização da casca medidas em 19 parcelas, 11 delas submetidas à queima de baixa intensidade e 8 à queima de média intensidade. As intensidades do fogo foram estimadas em kW.m⁻¹, através da equação de Byram:

$$I = H.W.R$$

onde **H** representa o poder calorífico por unidade de massa do combustível, definido por SOARES & HAKKILA (1987) em 16,765 kJ.kg⁻¹; **W**, o peso do combustível disponível, em kg.m², e **R**, a velocidade de propagação do fogo em m.s⁻¹.

A velocidade de propagação do fogo foi estimada através da cronometragem do tempo gasto pelo fogo para percorrer cada parcela, sempre no sentido da largura (20 m). O peso do material combustível disponível, isto é, aquele que realmente queimou, foi estimado através da diferença entre o combustível total existente antes da queima e o combustível residual, remanescente após a passagem do fogo. A altura de carbonização foi medida em 40 árvores das duas filas centrais de cada parcela. A medição foi feita com uma fita graduada em centímetros.

Os dados foram processados com auxílio do programa "Minitab 8.0".

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As parcelas foram queimadas na primavera de 1991 (28 e 29 de novembro), após 13 dias sem chuva. A variação da umidade relativa e da temperatura do ar durante a realização da queima pode ser observada nas Figuras 1 e 2. A velocidade do vento no interior do povoamento era praticamente nula e por isto a inclinação do terreno (20 % em média) foi usada para controlar a velocidade de propagação do fogo.

A Tabela 1 mostra a altura média de carbonização das cascas, a intensidade do fogo e seus componentes, observados nos dois diferentes níveis de queima.

Analisando este mesmo conjunto de dados em um trabalho anterior, BATISTA *et al.* (1993) observaram uma correlação altamente significativa ($r = 0,93$) entre intensidade do fogo e altura de carbonização da casca das árvores na queima de baixa intensidade e uma correlação baixa ($r = 0,59$) na queima de média intensidade. Quando os dois níveis de queima foram analisados simultaneamente, o coeficiente de correlação foi de 0,79.

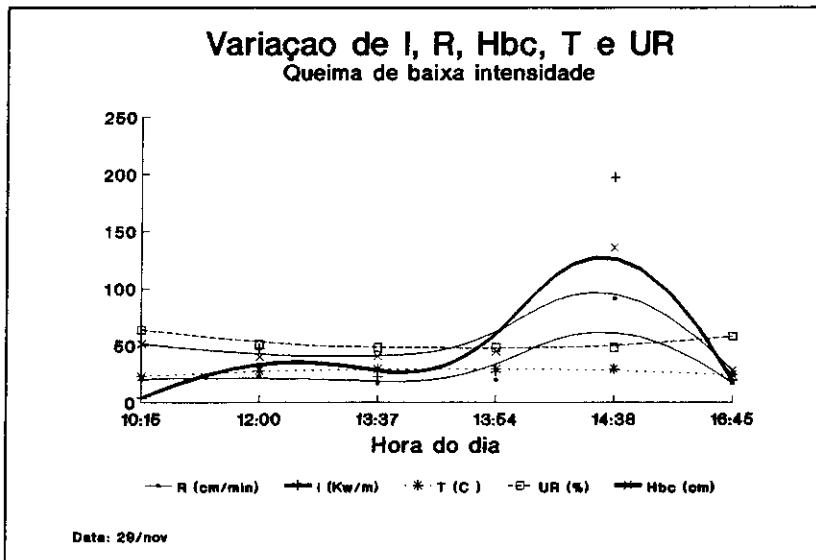
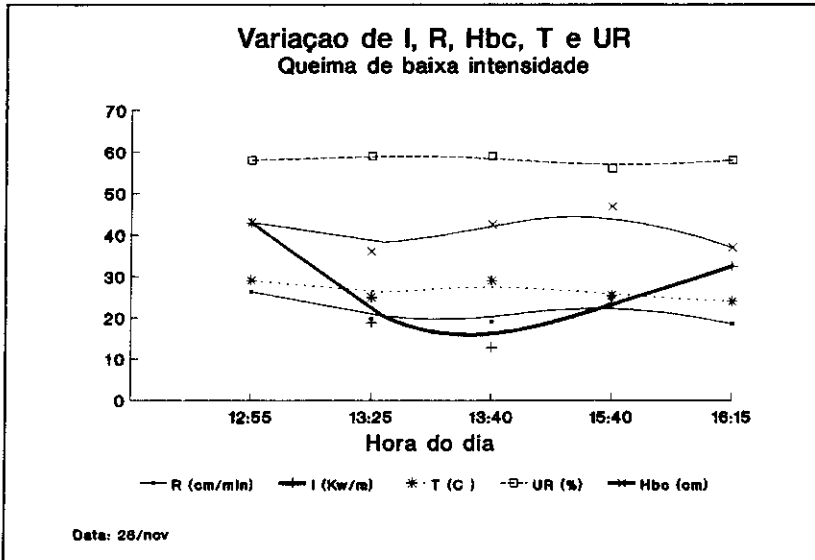


Figura 1 - Dados meteorológicos e do comportamento do fogo na queima de baixa intensidade (28 e 29 de novembro/1991)

Figure 1 - Meteorological and fire behavior data in the low intensity burning (November 28 and 29, 1991)

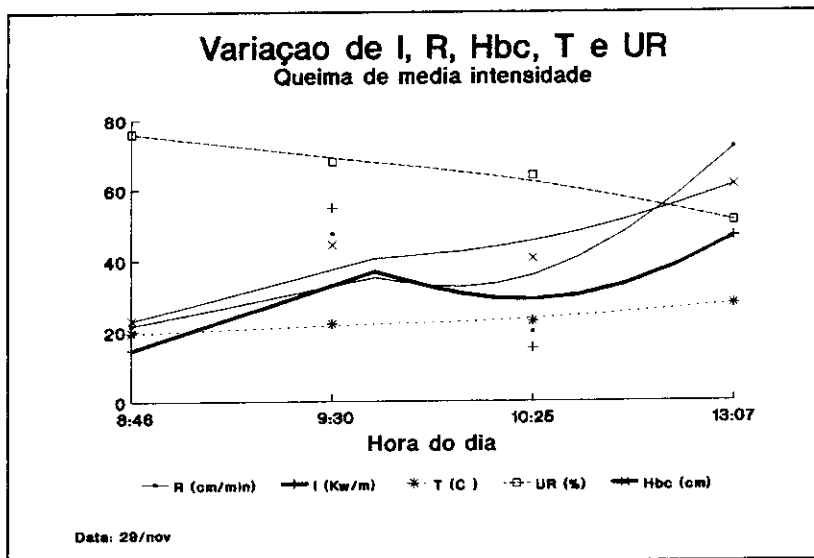
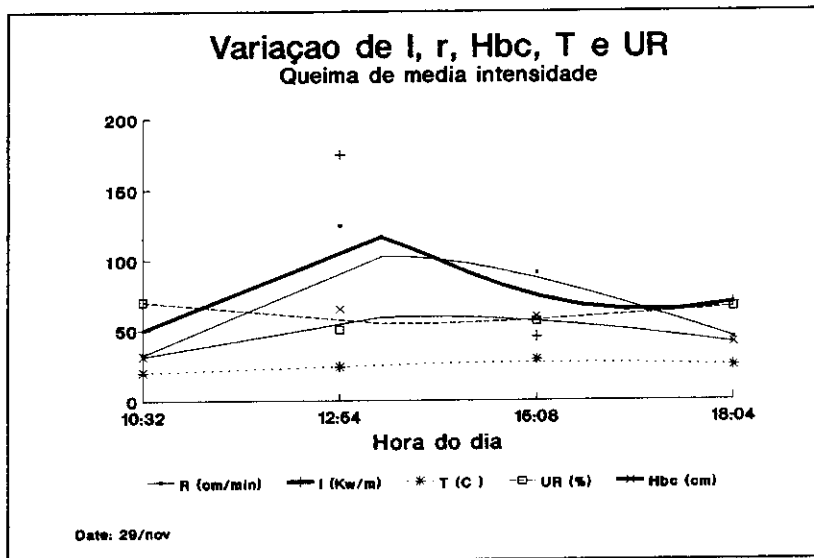


Figura 2 - Dados meteorológicos e do comportamento do fogo na queima de média intensidade (28 e 29 de novembro/1991)

Figure 2 - Meteorological and fire behavior data in the medium intensity burning (November 28 and 29, 1991)

Tabela 1 - Médias e desvios padrões das variáveis intensidade do fogo (I) em kW.m^{-1} , velocidade de propagação do fogo (R) em m.s^{-1} , combustível disponível (W) em kg.m^{-2} , e altura de carbonização da casca (H_{bc}) em cm

Table 1 - Summarized data on Byram's fireline intensity (I) in kW.m^{-1} , rate of spread (R) in m.s^{-1} , consumed fuel (W) in kg.m^{-2} , and bark char height (H_{bc}) in cm, for the low and medium intensity burning

variável variable	intensidade do fogo fireline intensity	média average	desvio padrão standart deviation
I	baixa/low	40,70	53,20
	média/medium	58,70	50,50
R	baixa/low	0,004485	0,003572
	média/medium	0,009443	0,006128
W	baixa/low	0,464	0,210
	média/medium	0,369	0,155
H_{bc}	baixa/low	49,63	29,10
	média/medium	45,62	14,88

Considerando que a intensidade do fogo é função do combustível consumido e da velocidade de propagação do fogo, foram examinadas as correlações entre a altura de carbonização da casca e aquelas variáveis. Os coeficientes de correlação encontrados podem ser observados na Tabela 2.

Os dados apresentados na Tabela 2 mostram uma correlação altamente significativa entre a altura de carbonização da casca das árvores e as veloci-

Tabela 2 - Coeficientes de correlação entre altura de carbonização das cascas (H_{bc}) e algumas variáveis do comportamento do fogo (I, R e W) observadas em queima controlada em plantio de *Pinus taeda*

Table 2 - Correlation coefficients between bark char height (H_{bc}) and some fire behavior variables (I, R, and W) observed in a loblolly pine plantation prescribed burning

intensidade do fogo fireline intensity	variável variable	I	R	W
baixa/low	H_{bc}	0,934**	0,979**	0,375 ^{ns}
média/medium	H_{bc}	0,595 ^{ns}	0,885**	- 0,153 ^{ns}
ambas/both	H_{bc}	0,787**	0,660**	0,272 ^{ns}

** significante ao nível de 99 %/significant at 99 %; ^{ns} não significante/not significant

dades de propagação do fogo em ambos os níveis de queima. Por outro lado, não houve correlação entre a altura de carbonização e o combustível consumido nas condições testadas.

Entretanto, a correlação entre a altura de carbonização e a intensidade do fogo foi influenciada pelo combustível consumido e/ou pela velocidade de propagação do fogo porque estas duas últimas variáveis foram usadas para calcular aquela.

Quando ambos os níveis de queima foram analisados simultaneamente, houve uma sensível alteração no coeficiente de correlação, o que confirma a diferença do comportamento do fogo nas duas intensidades de queima testadas.

CONCLUSÃO

Os resultados deste trabalho permitem concluir que a altura média de carbonização da casca das árvores está fortemente associada à velocidade de propagação e à intensidade do fogo. Portanto, ela é uma variável que pode ser usada para descrever o comportamento do fogo. No entanto, a precisão das estimativas será diferente se os níveis de intensidade de queima forem analisados separadamente.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BATISTA, A. C.; LIMA, G. S. & SOARES, R. V. 1993. Altura de carbonização da casca da árvores como estimador da intensidade do fogo em queima controlada. In: **Anais do I Congresso Florestal Panamericano e VII Congresso Florestal Brasileiro**, Curitiba, PR. p. 169-170.
- BROWN, A. A. & DAVIS, K. P. 1973. **Forest fire - control and use**. McGraw-Hill, New York, 2nd ed., 686 p.
- CAIN, M. D. 1982. Height of stem-bark char underestimates flame length in prescribed burns. **Fire Management Notes**, 45(1):17-21.
- DE RONDE, C.; GOLDAMMER, J. G.; WADE, D. D. & SOARES, R. V. 1990. Prescribed fire in industrial pine plantations. In: **Fire in the Tropical Biota**, (ed.) J. G. Goldammer. Springer-Verlag, Berlin, p. 217-272.
- JOHNSON, J. Von. 1982. The dilemma of flame length and intensity. **Fire Management Notes**, 45(1):3-7.
- McARTHUR, A. G. & CHENEY, N. P. 1966. The characterization of fires in relation to ecological studies. **Australian Forestry Research** 2(3):36-45.
- SOARES, R. V. & HAKKILA, P. 1987. Potencial energético de resíduos de desbastes em plantações de *Pinus taeda* no Estado do Paraná, Brasil. **Floresta**, 17(1/2):73-94.
- TOZZINI, D. S. & SOARES, R. V. 1987. Relações entre comportamento do fogo e danos causados a um povoamento de *Pinus taeda*. **Floresta**, 17(1/2):09-13.

Trabalho submetido em 13.03.95 e aceito em 04.04.95