

Antonio C. Batista<sup>1,2</sup>Daniela Biondi<sup>1,2</sup>

# Avaliação da inflamabilidade de *Ligustrum lucidum* Aiton (Oleaceae) para uso potencial em cortinas de segurança na região sul do Brasil

## RESUMO

*Ligustrum lucidum* Aiton (Oleaceae) é uma das espécies mais plantadas em arborização urbana e em rodovias na região sul e sudeste do Brasil. É uma árvore rústica de rápido crescimento, com copa larga e densa, muito utilizada também para formação de cercas vivas. Estas características, além da baixa inflamabilidade, são muito importantes para formação de cortinas de segurança. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar as características de inflamabilidade de *Ligustrum lucidum* para indicação de seu uso em cortinas de segurança na interface área urbana/área florestal e nas margens de rodovias com grande risco de incêndios florestais. A avaliação da inflamabilidade foi feita através de observações das variáveis velocidade de propagação e intensidade do fogo em queimas experimentais de parcelas de 1 m<sup>2</sup> constituídas de folhas e ramos de *L. lucidum* em dois níveis de umidade: umidade do material recém coletado da árvore e material seco em estufa a 75 °C por 48 horas. Os resultados indicam que a inflamabilidade da espécie estudada é baixa, mesmo em condições reduzidas de umidade, embora seja necessário investigar as características de inflamabilidade da espécie em condições de intensidade do fogo mais elevada.

**Palavras-chave:** aceiros verdes, controle de incêndios florestais, comportamento do fogo

## Inflammability Valuation of *Ligustrum lucidum* Aiton (Oleaceae) for potential use on fuelbreaks in south region of Brazil

## ABSTRACT

*Ligustrum lucidum* Aiton (Oleaceae) is one of the most planted species in urban sarborization and in highways at the South and the Southeastern region of Brazil. It's a fast growth rustic tree, with wide and dense crown, extensively used in fences. These characteristics, besides the low inflammability, are very important fuelbreaks. The objective of this research was to evaluate the characteristics of *Ligustrum lucidum* inflammability to use in fuelbreaks on urban area/forest area interface and on the edges of highways with high fire risk. The evaluation of inflammability was made through the observations of the rate of spread and the intensity of fire in experimental burnings of 1 m<sup>2</sup> parcels made of *L. lucidum* leaves and branches in two levels of humidity: humidity of the material just collected of the tree and humidity of the dry material oven dried at 75 °C for 48 hours. Results indicate that the inflammability of the studied species is low, even in reduced conditions of humidity, although it would be necessary more investigations about the inflammability characteristics of the species in conditions of high intensity fire.

**Key words:** fuelbreaks, forest fire control, fire behavior

<sup>1</sup> Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Campus III, Rua Lothário Meissner 632, CEP 80210-170, Curitiba, PR – Brasil. Fone: (41) 3360-4230. Fax: (41) 3360-4231. E-mail: batistaufpr@ufpr.br; dbiondi@ufpr.br

<sup>2</sup> Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

## INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais são importantes causadores de danos às florestas e demais tipos de vegetação. Existem diversas técnicas e medidas que podem ser adotadas para evitar e/ou reduzir os danos causados pelos incêndios, através da prevenção das fontes de ignição e prevenção da propagação do fogo. A implantação de cortinas de segurança para impedir ou reduzir a propagação do fogo de uma área para outra é uma técnica de silvicultura preventiva muito simples e eficaz, principalmente quando se tem grandes extensões de áreas reflorestadas com espécies altamente combustíveis, como as coníferas, por exemplo.

Também às margens de rodovias e de divisas de terrenos é conveniente plantar algumas linhas de espécies não inflamáveis, formando uma cortina de segurança (Soares, 1971; Batista, 1990). O princípio básico da implantação dessa técnica é estabelecer o plantio de uma faixa de vegetação com espécies não inflamáveis (ou de baixa inflamabilidade, que por suas características, ofereçam resistência à propagação do fogo (Figura 1).

A matéria vegetal é sempre combustível, mas nem sempre é inflamável. A inflamabilidade varia de acordo com a espécie e com conteúdo de umidade (Vélez, 2000).

O objetivo da cortina de segurança é diminuir a velocidade de propagação e a intensidade do fogo, principalmente fazendo com que o fogo não se propague pelas copas das árvores, facilitando dessa maneira o controle e o combate aos incêndios. Tian et al. (2007) consideram que a cortina de segurança tem um papel muito importante no manejo do combustível e no sistema de manejo de paisagens.

A principal razão em estabelecer cortinas de segurança, ao invés de outro tipo de tratamento, é mudar o comportamento do fogo na zona de transição entre os dois tipos de combustíveis (combustível da cortina de segurança e da vegetação a proteger). Além disso, as cortinas de segurança servem de ancoragem para os ataques indiretos no combate aos incêndios e também para operações de queima controlada (Agee et al., 2000).

Comparando-se com os aceiros, as cortinas de segurança têm as vantagens de prevenir a erosão, oferecerem um local seguro para as brigadas de incêndios trabalharem, baixo custo de manutenção e aparência agradável (FAO, 2007).

Uma das dificuldades em implantar cortinas de segurança é a identificação de espécies adequadas para formação dessas estruturas.

Ribeiro et al. (2007) consideram características importantes na escolha de espécies para cortina de segurança plantas com potencial produtivo, tolerantes a seca e sem desfolha no inverno.

A análise da microestrutura das folhas e galhos também podem ser aspectos importantes para analisar a inflamabilidade de espécies usadas como cortina de segurança, como por exemplo: a alta enervação das folhas é um fator que favorece muito o transporte de água na planta (Tian et al., 2007).

Ribeiro et al (2007) testaram muitas espécies para servir como cortinas de segurança sob uma linha de transmissão de energia elétrica, tais como: café, acerola, limão taiti, bana-

na prata, hibisco, ligustrinho, sansão-do-campo, pingo-de-ouro e amendoim forrageiro. Constataram que apenas sansão do campo e o hibisco foram as espécies que deram melhores resultados com relação à sua eficiência para barrar o fogo. Tanto uma quanto outra apresentaram bom desenvolvimento, mesmo em situação de clima drástico, com longos períodos sem chuva.

*Ligustrum lucidum* Aiton (Oleaceae) é uma espécie procedente da China e do leste asiático (Kunkel, 1978), muito utilizada em cercas vivas e quebra-ventos (Brenzel, 1997), apresentando as características seguintes: árvore com folhagem perene de 7 a 10 metros de altura, robusta, densa, formando copa redonda com folhas simples, de forma oval, coriáceas e brilhantes, de 8 a 15 centímetros de comprimento (Lorenzi et al., 2003), com 6 centímetros de diâmetro (Brenzel, 1997), apresentando brotação constante, depois da poda dos ramos (Biondi & Althaus, 2005). É resistente a podas, rústica e de crescimento rápido (Lorenzi et al., 2003).

Considerando-se as características de *L. lucidum* de rusticidade, facilidade de brotação e de ser utilizada em implantação de cercas vivas e quebra-ventos, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar a inflamabilidade dessa espécie, para seu uso potencial na implantação de cortinas de segurança para redução da propagação do fogo.



**Figura 1.** Cortina de segurança, formada pelo plantio de uma linha de árvores da espécie *Ligustrum lucidum*

**Figure 1.** Fuelbreaks formed by planting of a line of *Ligustrum lucidum* species

## MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado no experimento foi coletado no campus III da Universidade Federal do Paraná, nas vizinhanças do edifício do centro de Ciências Florestais e da Madeira. Todo o material combustível usado na montagem das parcelas experimentais foi constituído de ramos e folhas de *L. lucidum* e de ramos e acículas de *Pinus taeda*, com diâmetro de até 0,7 centímetros, caracterizado como combustível fino de tempo de resposta de 1 hora (1 h timelag) em relação à variação ambiental (Schroeder & Buck, 1970).

A utilização como testemunha de material combustível de *P. taeda* se deve ao fato de que essa espécie é de alta inflamabilidade (Valette, 1988, citado por Nuñez-Regueira et al., 1996), muito empregada em experimentos de queima e com diversos resultados disponíveis sobre o comportamento do fogo na literatura especializada.

As queimas foram realizadas na área externa do laboratório de incêndios florestais da UFPR (Figura 2). Foram montadas parcelas de 1 m<sup>2</sup> de área (1 m x 1m), com carga de 1 kg.m<sup>-2</sup> para todos os tratamentos.



**Figura 2.** Aspecto das parcelas de queima estabelecidas na área externa do Laboratório de Incêndios Florestais da UFPR

**Figure 2.** Aspect of burning plots established at the outdoor area of Forest Fire Laboratory of UFPR

Os tratamentos utilizados foram:

-Tratamento 1 – três repetições utilizando-se material combustível seco (1 kg.m<sup>-2</sup>, disposto homogêneo formando uma cama de 6 cm de espessura em média) em estufa por 48 horas de *L. lucidum*, a 75 °C;

-Tratamento 2 - três repetições utilizando-se material combustível verde de *L. lucidum* (1 kg.m<sup>-2</sup>, disposto homogêneo na parcela de 1 m<sup>2</sup>, formando uma cama de 10,3 cm de espessura em média) que foi coletado imediatamente antes de queimar;

-Tratamento 3 – três repetições utilizando-se material combustível seco em estufa por 48 horas de *L. lucidum* (1 kg.m<sup>-2</sup>, disposto homogêneo na parcela de 1 m<sup>2</sup>, formando uma cama de 6 cm de espessura em média), a 75 °C, exposto às condições do meio ambiente por 48 horas antes da realização da queima;

-Tratamento 4 – três repetições utilizando-se material combustível verde de *L. lucidum* (1 kg.m<sup>-2</sup>, disposto homogêneo na parcela de 1 m<sup>2</sup>, formando uma cama de 10 cm de espessura em média), exposto às condições do meio ambiente por 48 horas antes da realização da queima;

-Testemunha – três repetições utilizando-se material combustível seco em estufa por 48 horas de acículas de *P. taeda* (1 kg.m<sup>-2</sup>, disposto homogêneo na parcela de 1 m<sup>2</sup>, for-

mando uma cama de 8 cm de espessura em média), a 75 °C, coletado do piso de uma plantação de *P. taeda*.

O comportamento do fogo foi avaliado durante as queimas, através da observação dos seguintes parâmetros: taxa de propagação e dimensões das chamas. Os parâmetros do fogo, velocidade de propagação e intensidade do fogo foram estimados através de procedimentos padrão adotados internacionalmente (Rothermel, 1983; Rothermel & Deeming, 1980). A intensidade do fogo foi estimada através do comprimento das chamas, mediante o modelo (Byram, 1959):

$$I = 258 h_c^{2,17}$$

Onde:

$I$  = intensidade do fogo, em kcal.m<sup>-1</sup>.s<sup>-1</sup>

$H_c$  = comprimento da chama, em m.

A velocidade de propagação do fogo foi estimada através da determinação do tempo médio gasto pela frente de fogo (em m.s<sup>-1</sup>) para percorrer distâncias pré-estabelecidas durante as queimas (Rothermel & Deeming, 1980, Soares & Batista, 2007).

A estimativa da umidade dos combustíveis utilizados nos diversos tratamentos foi feita através da determinação de umidade de 3 amostras de 50 gramas de cada tipo de material em todos os tratamentos, através da seguinte relação:

$$U\% = \frac{PU - PS}{PS} * 100$$

Onde:

U% = teor de umidade do material combustível, em percentagem;

PU = peso (úmido) do material combustível no momento da coleta;

PS = peso (seco) do material combustível após secagem em estufa a 75 °C por 48 horas.

Com os dados experimentais obtidos, procedeu-se a análise estatística através da análise de variância (ANOVA) e do teste de comparação de médias, pelo método Student, Newman, Keuls.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Umidade do material combustível

Foram analisadas duas situações de umidade dos materiais para compor os tratamentos: umidade do material verde, recém coletado da copa das árvores e umidade adquirida pelo material exposto ao ambiente por 48 horas, depois de ter sido submetido à secagem em estufa. Na Tabela 1 estão apresentados os resultados obtidos.

É interessante observar na Tabela 1 que os materiais expostos nas mesmas condições ambientais tiveram comportamento diferente de absorção de umidade no período de tempo que estiveram expostos. O conteúdo de umidade de *L. lucidum* no final do período de 48 horas foi três vezes maior que o de *P. taeda*, embora a umidade dos materiais recém

**Tabela 1.** Umidade dos materiais combustíveis utilizados nos experimentos de queima

**Table 1.** Humidity of forest fuels materials utilized in burning experiments

| Espécie                  | Umidade do material verde recém coletado (%) | Umidade do material seco e exposto por 48 horas (%) |
|--------------------------|--|---|
| <i>Ligustrum lucidum</i> | 169  | 30  |
| <i>Pinus taeda</i>       | 154  | 10  |

coletados tenha sido muito similar. É provável que a maior velocidade de absorção de umidade de *L. lucidum* esteja associada à forma das folhas que propicia uma superfície de maior contato com o ar ambiente.

### Condições meteorológicas durante as queimas

Na Tabela 2, estão apresentados os dados referentes às condições meteorológicas durante as queimas. Pode-se observar que as queimas foram realizadas em condições homogêneas de temperatura e umidade atmosférica. Todas as queimas também foram realizadas em ambiente sem vento.

**Tabela 2.** Condições meteorológicas durante a realização das queimas

**Table 2.** Meteorological conditions during the burnings

| Tratamento | Repetição | Temperatura Antes (°C) | Temperatura Depois (°C) | UR antes (%) | UR Depois (%) |
|------------|-----------|------------------------|-------------------------|--------------|---------------|
| 1          | 1         | 24,2                   | 24,7                    | 64           | 62            |
|            | 2         | 23,7                   | 23,9                    | 63           | 65            |
|            | 3         | 24,1                   | 24,4                    | 63           | 61            |
| 2          | 1         | 24,5                   | 24,5*                   | 64           | 64*           |
|            | 2         | 24,5                   | 24,5*                   | 64           | 64*           |
|            | 3         | 24,5                   | 24,5*                   | 64           | 64*           |
| 3          | 1         | 22,9                   | 22,9*                   | 64           | 64*           |
|            | 2         | 22,9                   | 22,9*                   | 64           | 64*           |
|            | 3         | 22,9                   | 22,9*                   | 64           | 64*           |
| 4          | 1         | 22,7                   | 22,7*                   | 64           | 64*           |
|            | 2         | 22,7                   | 22,7*                   | 64           | 64*           |
|            | 3         | 22,7                   | 22,7*                   | 64           | 64*           |
| Testemunha | 1         | 27,5                   | 30,0                    | 62           | 61            |
|            | 2         | 27,0                   | 28,5                    | 61           | 61            |
|            | 3         | 27,3                   | 28,2                    | 61           | 60            |

\* Tratamentos onde o fogo não se propagou e, portanto, as condições se mantiveram constantes.

### Comportamento do fogo durante as queimas

Os valores dos parâmetros do comportamento do fogo, obtidos depois do processamento das observações, estão apresentados na Tabela 3. Só estão apresentados os resultados do comportamento do fogo dos tratamentos 1 e da testemunha. Nos demais tratamentos o fogo não se propagou, como pode se verificar na Figura 3.

**Tabela 3.** Teste de Comparação de Médias (SNK) para as variáveis do comportamento do fogo

**Table 3.** SNK test for the fire behavior variables

| Tratamentos  | Velocidade de propagação (m s <sup>-1</sup> ) | Altura média das chamas (m) | Intensidade (kW m <sup>-1</sup> ) |
|--------------|---|-----------------------------|-----------------------------------|
| Tratamento 1 | 0,00413 a                                     | 0,314 a                     | 24,288 a                          |
| Testemunha   | 0,00584 a                                     | 0,674 b                     | 110,843 b                         |

Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo método SNK ao nível de 95% de probabilidade



**Figura 3.** Ignição da linha de fogo no tratamento 3, no qual o fogo não se propagou

**Figure 3.** Fire line ignition in treatment 3, which the fire didn't propagate

Os resultados de comportamento do fogo, inclusive a não ignição dos tratamentos 2, 3 e 4, evidenciam a dificuldade de ignição e propagação do fogo nos materiais combustíveis de *L. lucidum*. De acordo com De Ronde et al. (1990), quando a intensidade do fogo é menor do que 40 kW.m<sup>-1</sup> e as chamas são menores do que 0,30 m, a propagação do fogo é muito lenta e o fogo geralmente se extingue sozinho.

Ao se planejar a implantação de uma cortina de segurança para impedir ou retardar a propagação do fogo, um dos pontos importantes a se avaliar, além da inflamabilidade da copa, é a viabilidade do fogo se propagar através do material superficial depositado no solo, decorrente da queda natural dos galhos e das folhas mortas das árvores que compõem a cortina. Os resultados obtidos com o comportamento do fogo indicam que a copa de *L. lucidum* (folhagem verde) não é inflamável, já que os tratamentos 2 e 4 não entraram em combustão, e o material morto (folhas e galhos de *L. lucidum* secos em estufa) depositado no solo (tratamentos 1 e 3) é de



**Figura 4.** Comportamento do fogo em material combustível constituído de acículas de *Pinus taeda* (parcela testemunha)

**Figure 4.** Fire behavior in the fuel material constituted by needles of *Pinus taeda* (Control)

baixa inflamabilidade, como pode se verificar pelos valores médios de velocidade de propagação e dimensões das chamas. Já para a parcela de material combustível constituído de acículas, o fogo se propagou intensa e rapidamente, como pode se observar na Figura 4. E os resultados das médias das variáveis do comportamento do fogo para o tratamento “testemunha” comprovam isto.

Embora esses resultados ainda sejam parciais, já que há vários outros estudos complementares que devem ser feitos para comprovar as características de baixa inflamabilidade dessa espécie, esse experimento sinaliza a possibilidade de continuar investigando essa espécie e seu uso potencial na implantação de cortinas de segurança para redução da propagação do fogo.

## CONCLUSÕES

Através dos resultados sobre o comportamento do fogo, obtidos nas queimas experimentais com material combustível da espécie *Ligustrum lucidum*, pode-se concluir que essa espécie apresenta características potenciais de baixa inflamabilidade, que devem ser investigadas com mais detalhes em futuros trabalhos de pesquisa.

A metodologia utilizada nessa pesquisa, embora seja simples, mostrou-se eficiente para avaliar preliminarmente o potencial de uma espécie vegetal para uso em cortinas de segurança.

## LITERATURA CITADA

- Agee, J. K. ; Bahrob, B.; Finney, M. A.; Omid, P. N.; Sapsis, D. B.; Skinner, C. N.; Van Wagtendonk, J. W.; Weatherspoon C. P. The use of shaded fuelbreaks in landscape fire management. *Forest Ecology and Management*, v.127, n.1, p.55-66. 2000.
- Batista, A. C. Incêndios florestais. Recife: Imprensa Universitária da UFRPE, 1990. 115 p.
- Biondi, D.; Althaus, M. Árvores de rua de Curitiba – Cultivo e Manejo. Curitiba: FUPEF, 2005. 177p.
- Brenzel, K. N. National Garden Book. California: Sunset Books, 1997. 656p.
- Byram, G. M. Combustion of forest fuels. In: Davis, K.P. (Ed.) *Forest fire: control and use*. New York: McGraw Hill, 1959. p 77-84.
- De Ronde, C.; Goldammer, J. G.; Wade, D. D.; Soares, R. V. Prescribed Fire in Industrial Pine Plantations. Goldammer, J. G. (ed.). *Fire in the Tropical Biota – Ecosystem process and Global Challenges*. Berlin: Springer-Verlag. 1990. p. 216-272.
- Food and Agriculture Organization of The United Nations - FAO. *Fire management – Global assessment 2006*. Rome: FAO Communication Division, 2007. p.153. (FAO Forestry Paper 151).
- Kunkel, G. Flowering trees in Subtropical Gardens. Boston: R. W. Junk Publishers, 1978. 346p.
- Lorenzi, H.; Souza, H. M.; Torres, M. A. V.; Bacher, L. B. Árvores Exóticas no Brasil – madeiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003. 368p.
- Núñez-Regueira, L.; Añon, J. A. R.; Castiñeiras, J. P. Calorific values and flammability of forest species in Galicia coastal and hillside zones. *Bioresource Technology*, v. 57, n.3, p. 283-289, 1996.
- Ribeiro, G. A.; Lima, G. S.; Oliveira, A. L. S.; Camargos, V. L. Uso de vegetação como aceiro verde na redução da propagação de fogo sob linhas de transmissão. *Revista CERES, UFV*. 2007. No prelo.
- Rothermel, R. C. How to predict the spread and intensity of forest range fires. Ogden: USDA. Forest Service, 1983. p.1-161 (INT General Technical Report, 143).
- Rothermel, R. C.; Deeming, J. E. Measuring and interpreting fire behavior for correlation with fire effects. Ogden: USDA. Forest Service, 1980. p.1-4 (INT General Technical Report, 93).
- Schroeder, M. J.; Buck, C. C. Fire weather. Washington, DC: USDA Forest Service, 1970. 229 p. (Handbook, n. 360).
- Soares, R. V. Proteção Florestal. Curitiba: Centro de Pesquisas Florestais da UFPR, 1971. 180 p.
- Soares, R.V.; Batista, A. C. Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo. Curitiba: Ronaldo Viana Soares e Antonio Carlos Batista Editores Autônomos, 2007. v.1, 250p.
- Tian, X.R.; Shu, L. F.; Wang, M.Y. Study on eight tree species' combustibility and fuelbreak effectiveness. In: *International Wildland Fire Conference, 4, 2007, Sevilha - Espanha*. Actas... Madrid: Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, 2007. v. 1. p. 1-11.
- Vélez, R. La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias. Madrid: McGraw Hill, 2000. 780 p.