

## MORTALIDADE EM FLORESTAS DE *Pinus palustris* CAUSADA POR TEMPESTADE DE RAIOS

Kenneth W. Outcalt<sup>1</sup>  
Jorge Paladino Corrêa de Lima<sup>2</sup>  
Jose Américo de Mello Filho<sup>3</sup>

### RESUMO

A importância dos raios como fonte de ignição em floresta no ecossistema de *Pinus palustris* é bem conhecida no sul dos Estados Unidos. Os raios também impactam este sistema em pequena escala, causando a morte de árvores individualmente. O objetivo desse estudo foi determinar o nível de mortalidade devido aos raios na área do Departamento de Energia denominado Savannah River, localizado no centro oeste da Carolina do Sul, USA. Em oito áreas de três locais, totalizando 255 hectares foram amostrados e então monitorados para mortalidade devido a este agente. Durante o período de 1997 a 2001, os raios mataram diretamente uma árvore/10ha/ano. A mortalidade causadas por ataque de besouros associadas aos raios em árvores adjacentes foi de uma árvore/13ha/ano. resultando na morte direta ou indireta de uma árvore/5ha/ano. Este é um pequeno processo contínuo e significativo de distúrbio que mata as árvores mais altas, degradando os plantios, mas contribuindo de forma positiva na recuperação e manutenção do ecossistema. Uma análise de dispersão dos raios com coordenadas em UTM, demonstrou que a ocorrência dos raios não foi aleatória.

**Palavras-chave:** *Pinus Palustris*, raios, sul dos USA

### ABSTRACT

#### FOREST MORTALITY FROM LIGHTNING STRIKES IN *Pinus palustris*

The importance of lightning as an ignition source for the fire driven *Pinus palustris* ecosystem is widely recognized. Lightning also impacts this system on a smaller scale by causing individual tree mortality. The objective of this study was to determine the level of mortality due to lightning activity at the Department of Energy's Savannah River Site located in west central South Carolina. A total of eight stands at three locations containing 255 ha were surveyed and then monitored for lightning mortality. Over 1997 to 2001 period, lightning killed 1 tree/10ha/yr. Lightning associated mortality from bark beetle attacks on adjacent trees was 1 tree/13 ha/yr. Lightning directly or indirectly kills 1 tree/5ha/yr, in *Pinus palustris* stands at Savannah River Site. This is a small but continuous and significant disturbance process that kills the larger trees in the stand and creates canopy openings, snags and coarse woody debris, but it is important for Longleaf pine ecosystem's diversity. An analysis of dispersions with the latitude and longitude dates in UTM demonstrated that the occurrences of light were not random.

**Key words:** *Pinus Palustris*, lightning strikes, south of USA

<sup>1,2</sup> USDA Forest Service, 320 Green Street, Athens, Georgia, 30603, USA

<sup>2</sup> UFRRJ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ/Brasil

<sup>3</sup> UFSM Universidade Federal de Santa Maria, RG/Brasil

Recebido para publicação em 2002.

Os raios tem sido reconhecidos como uma força ecológica importante nas comunidades dos pinheiros do sul dos Estados Unidos. Historicamente os raios sempre foram a fonte primária de ignição para os frequentes fopos superficiais que mantem esses ecossistemas. Os raios causam mortalidade de árvores, mas também criam espaços onde a regeneração ocorre, e produz substrato para vida silvestre. No Sul da Georgia em 1968, os raios atingiram 1.7 árvores/ha/ano. Em Tallahassee, Florida, as taxas foram bem mais baixas, 0,05 árvores/ha/ano em 1974. Portanto, a taxa de mortalidade devido a raios no Sul dos Estados Unidos é altamente variável no tempo e espaço.

*Pinus palustris* era numa espécie nativa com grande amplitude de ocorrência nos ecossistemas na maioria dos estados americanos da costa Atlântica. Sua história se confunde com os primeiros colonos Europeus no Sul do país que o usavam para construção de navios. Os anos dourados de produção madeireira entre 1880 e 1920 resultaram num desbaste de grandes florestas de *P. palustris* da Carolina do Norte até Georgia e Florida. Muitos hectares foram destruídos e graças a ação do fogo seu ecossistema foi mantido. Essa dependência ao fogo, mantém seu domínio no Sul do país. Cerca de 50% de todas as áreas de *P. palustris* no sul dos Estados Unidos foram queimadas nos últimos cinco anos, apresentando uma forte relação entre fogo e as condições do sub-bosque. Na maioria das áreas que sofreram ação do fogo as boas condições são aparentes, ao contrário das que não foram expostas ao fogo, que apresentam uma vegetação pobre. Fogo é necessário a manutenção do ecossistema de *P. palustris*, e foi verificado que a ocorrência de raios contribuiu de forma positiva nesse manutenção. O sub bosque de *P. palustris* é de extrema importância na manutenção da diversidade do ecossistema. Além de possuir muitas espécies endêmicas que dependem desse ecossistema para sobreviver, são importantes e necessárias na manutenção da população de pica-paus (red-cockaded woodpecker).

As áreas de florestas de *P. palustris* eram queimadas uma vez a cada quatro anos antes da chegada dos Europeus nos Estados Unidos, e, então a cada um em três anos até a supressão do fogo no começo dos anos 20/30 (Landers 1991,

Landers et al, 1990). Se o regime de fogo fosse totalmente eliminado, as áreas de *P. palustris* seriam invadidas por folhosas, tais como o carvalho (oaks) (Daubenmire 1990, Gilliam & Platt 1999). As espécies invasoras poderiam formar um substrato que impede a regeneração de *P. palustris*, devido a sua intolerância à sombra. Muitas das espécies invasoras são tolerantes ao fogo de baixa intensidade (Blaisdell et al., 1974).

O *P. palustris* ocorre em vários tipos de ambientes, desde úmidos, arenosos até arenosos (Ware et al., 1993), com superfície do solo ácida e de baixa fertilidade. As árvores dominantes dessa espécie são tolerantes ao fogo, de vida longa e eficientes em obter água e nutrientes, que perpetua sua dominância. Este ecossistema persiste e mantém sua diversidade devido aos constantes distúrbios e infertilidade do solo (Landers et al., 1995), pois a ocorrência de fogo é crucial na perpetuação dessa espécie (Andrews, 1917). Suas mudas possuem proteção contra fogos superficiais de baixa intensidade durante os primeiros anos de crescimento, enquanto a maioria das espécies invasoras são destruídas pelo fogo. As comunidades de *P. palustris* são extraordinariamente diversas, com ocorrência simultânea de diferentes espécies, permitindo que muitas plantas e animais se adaptem facilmente ao habitat. Há evidências da ocorrência de certos anfíbios e répteis no ecossistema de *P. palustris* (Lippincott, 1997).

A ocorrência de raios de forma natural, contribui de forma positiva para este ecossistema. As árvores altas, acima de outras árvores ou próxima a água são mais frequentemente atingidas pelos raios. Árvores próximas a casas são mais susceptíveis de serem atingidas por raios do que outras com a mesma altura e da mesma espécie a uma distância mínima de três metros dessa mesma casa.

O objetivo desse estudo foi quantificar a mortalidade no ecossistema de *P. palustris* na Carolina do Sul dos Estados Unidos, pela ocorrência de raios.

O local de estudo foi a localidade denominada de Savannah River Site localizado no centro oeste do estado da Carolina do Sul e compreende parte dos municípios de Aiken, Barnwell e Allendale. A fronteira sul é o rio Savannah, com margens arenosas depositadas por inundações, com formação de lagos. Ao norte tem-se a zona de transição entre os ambientes de montanhas e a costa plana, onde ocorrem a integração de muitas espécies. O Savannah River Site ocorre dentro da província fisiográfica da Costa Atlântica plana. O solo inclui vários tipos, sendo a maioria arenosos e sobrepostos por argila. O clima no verão é geralmente quente e úmido, e o inverno é normalmente não muito intenso. A temperatura em janeiro tem a normal de 13°C, e em julho de 21°C a mais baixa e em junho de 32°C a mais alta. A precipitação anual situa-se entre 910 a 1120 mm, primariamente com chuva. A ocorrência de neve é rara.

Foram aleatoriamente demarcadas oito áreas com indivíduos de *P. palustris* com mais de 30 anos de idade. Foram realizados então os levantamentos de diâmetros e condições das árvores existentes; a demarcação de amostras aleatórias circulares temporárias de 0,1 ha em pontos centrais das áreas selecionadas, sendo uma amostra usada para cada 3 ha, em cada área; a medição de todas as alturas de todas as árvores maiores que 10 cm de diâmetro nas amostras circulares; o levantamento da mortalidade duas vezes por ano no período de 1997 a 2001, inclusive o diâmetro, altura e idade das árvores. Foram também contabilizadas as mortalidades causadas por besouros em árvores adjacentes às com incidências de raios.

Em função das variáveis levantadas, foram estudados alguns modelos de probabilidade de uma árvore ser atingida por um raio. O modelo baseado nas alturas dos indivíduos atingidos pelos raios, foi o que apresentou melhor resultado:

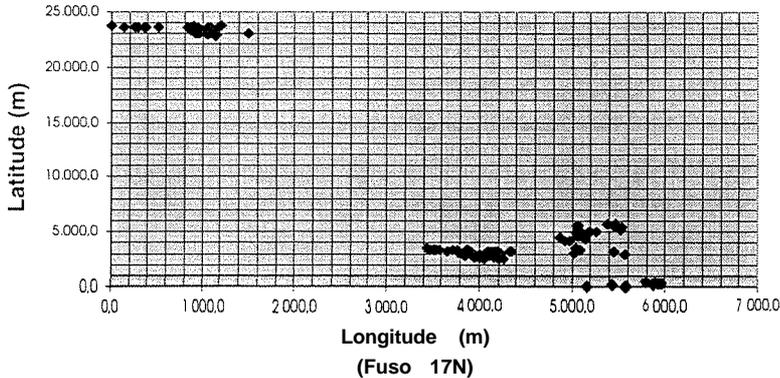
$$PR = -0,16 + 0,0235 \cdot \text{Altura} + 0,00115 \cdot \text{Altura}^2 + 0,0000186 \cdot \text{Altura}^3$$

Estimou-se que 94% da variabilidade da probabilidade de uma árvore ser atingida por um raio foi explicada pela variável altura ( $R^2 = 0.939$ ).

Durante o período levantado, os raios causaram morte de uma árvore/10ha/ano, totalizando 128 indivíduos mortos na área amostrada. A média das alturas das árvores atingidas foi de 24,05 metros e o DAP, diâmetro à altura do peito, foi de 31,97 centímetros. Constatou-se que a ocorrência de raios associados com mortalidade devido a ataque de besouros em árvores adjacentes foi de uma árvore/13 ha/ano. Um estudo mais profundo é necessário, mas esta mortalidade parece ser significativa devido a fragilidade do ecossistema pela ocorrência de raios. A mortalidade foi variável, mas consistente e ocorreram em pequenos grupos de duas ou três árvores, concentrando-se em árvores com maiores alturas. Utilizando-se as coordenadas em projeção métrica (UTM), uma análise de dispersão dos raios foi realizada, conforme apresentado na figura 1, onde constatamos que a ocorrência dos raios não foi aleatória.

Concluiu-se que a mortalidade não foi significativamente relacionada para local ou volume por ha, mas foi significativamente relacionada para a altura das árvores. A média de diâmetro e altura das árvores mortas pelos raios foi maior que a média de diâmetro e altura das árvores vivas, e maiores também que aquelas árvores mortas por besouros ou outros agentes. Os raios eletivamente matam as árvores com maiores diâmetros e alturas. Considerando um período de 100 anos em mortalidade causada por raios, teríamos 17 árvores por hectare ou 5% da população.

A presença de fogo em comunidades de *P. palustris* deve ser contínua para o benefício de espécies raras ameaçadas de extinção presentes nesse ecossistema. A ocorrência dos raios de forma não aleatória, embora tenha causado alguma degradação nos plantios, pois atingiu grupos de



**Figura 1.** Dispersão da ocorrência de raios na mortalidade em florestas de *Pinus Palustris* no Sul dos EUA.

**Figure 1.** Lightning dispersion in the mortality of *Pinus palustris* populations in South of USA.

árvores de maiores alturas, contribuiu de forma positiva na ignição para manutenção de espécies endêmicas presentes nesse ecossistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREWS, E. F. "Agency of fire in propagation of longleafpine. **Botanical Gazette**, V. 64, p. 497-508, 1917.

BLAISDELL, R. S.; WOOTEN, J.; GODFREY, R. K. "The role of magnolia and beech in Forest processes in the Tallahassee, Florida, Thomasville, Georgia area". Pp.363 - 397. *In*. 13<sup>th</sup> ANNUAL TALL TIMBER FIRE ECOLOGY CONFERENCE, 1973. March 22-23, Tallahassee, FL. **Proceedings...**Tall Timbers Research Station. 1974.

DAUBENMIRE, R. "The *Magnolia grandifolia Quercus virginiana* forest in Florida". **American Midland Naturalist**, V. 123, n. 3, p. 331-347, 1990.

GILLIAM, FRANK S.; PLATT, WILLIAM. J. "Effects of long-term fires exclusion on tree Species composition and stand structure in an old-growth

*Pinus Palustris* (longleaf Pine) forest. **Plant Ecology**, V. 140, p. 15-26, 1999.

LANDERS, J. LARRY; BYRD, NATHAN A.; KOMAREK, ROY. "A holistic approach to Managing longleaf pine communities". Pp. 135-167. *In*: SYMPOSIUM ON THE MANAGEMENT OF LONGLEAF PINE, **Proceedings...** 1989. April 4-6; Long Beach, MS. SO-75. New Orleans, LA:USDA Forest Service, S F Experiment Station. 1990.

LANDERS, J. LARRY. "Disturbance influences on pine traits in the southeastern United States". *In*. 17<sup>th</sup> TALL TIMBER FIRE ECOLOGY CONFERENCE. Tallahassee, Proceedings FL. USDA-SFES. 1991. p. 61-98.

LANDERS, J. LARRY; VAN LEAR, DAVID H.; BOYER, WILLIAM D. "The longleaf pine Forests of the southeast: Requiem or renaissance?". **Journal of Forestry**, V. 93, n. 1, p. 39-44. 1995.

LIPPINCOTT, CAROL L. "Restoration and management implications of *Imperata Cylindrical* (cogongrass) invasion in sandhill ecosystems". SYMPOSIUM AT THE 9<sup>TH</sup> ANNUAL INTERNA-

TIONAL CONFERENCE OF THE SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION. 1997. November 12-15; Fort Lauderdale, **Proceedings...** FL. Longleaf Alliance Report No. 3 Auburn, AL: Longleaf Alliance, 1997. p.61-62.

WARE, STEWART; FROST, CECIL; DOERR, PHILLIP D. "Southern mixed hardwood forest: The former longleaf pine forest". *In.*: MARTIN, W. H.; BOYCE, S. G.; and ECHTERNACHT, A. C. (Eds) **Biodiversity of the Southeastern United States: Lowland terrestrial Communities**. New York; John Wiley & Sons. 1993, p.447-493.