

## COMPORTAMENTO ESPAÇO-TEMPORAL DOS RISCOS DE INCÊNDIOS NA ESTAÇÃO VERÃO NO BAIXO SUL DA BAHIA

Caique Carvalho MEDAUAR<sup>1</sup>, Paulo Augusto Silva MEDAUAR<sup>2</sup>, Ícaro Monteiro GALVÃO<sup>3</sup>, Samuel de Assis SILVA<sup>4</sup>, Luis Carlos Cirilo CARVALHO<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Engº Agrônomo, Doutorando em Produção Vegetal, UESC, Ilhéus, BA, Brasil. \*E-mail: [caiquemedauar@hotmail.com](mailto:caiquemedauar@hotmail.com)

<sup>2</sup>Engº Florestal, Analista Ambiental, OCT, Ibirapitanga, BA, Brasil.

<sup>3</sup>Engº Agrônomo, Mestrando em Agronomia (Irrigação e Drenagem), FCA, Botucatu, SP, Brasil.

<sup>4</sup>Engº Agrônomo, Professor, Departamento de Engenharia Rural, UFES, Alegre, ES, Brasil

<sup>5</sup>Engº Agrônomo, Professor, Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, UESC, Ilhéus, BA, Brasil

---

**RESUMO:** Os riscos de incêndios em áreas de produção agrícola e florestal são um grande problema. Com este trabalho se objetivou definir o comportamento espaço-temporal dos riscos de incêndios na estação de verão da microrregião do baixo sul do estado da Bahia. A avaliação da variável riscos de incêndios foi realizada nos períodos de 2016/2017 e 2017/2018, em que os dados foram obtidos através do cálculo dos riscos de incêndios, realizados pelo Programa de Monitoramento de Queimadas e Incêndios do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Os dados foram submetidos a uma análise estatística descritiva e a normalidade foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk a 5% de probabilidade. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise geoestatística, a fim de verificar a existência e quantificar a dependência espacial. Comprovada a dependência espacial foram construídos mapas temáticos para espacialização do fenômeno. A variável de riscos de incêndios apresentou variabilidade temporal na área em estudo, com dependência espacial nos dois períodos de avaliação para a estação de verão. A aplicação da ferramenta geoestatística possibilitou a identificação da dependência espacial entre os dados e geração de mapas temáticos com base na distribuição espacial dos riscos de incêndios.

**Palavra-chave:** geoestatística, krigagem ordinária, variabilidade.

### *SPATIAL-TEMPORAL BEHAVIOR OF FIRE RISKS IN SUMMER SEASON IN LOWER SOUTH OF BAHIA*

**ABSTRACT:** *The risks of fires in agricultural and forestry production areas are a major problem. This work is aimed to set the spatial-temporal behavior of the risk of fire in the micro-region of southern low of Bahia summer season. The assessment of the variable risk of fire took place in the periods 2016/2017 and 2017/2018, where data were obtained by calculating the risk of fire, performed by (INPE). Data were subjected to statistical analysis and descriptive normality was tested by the Shapiro-Wilk test at 5% probability. Subsequently, the data were submitted to geostatistical analysis in order to verify the existence and quantify spatial dependence. Based on spatial dependence, thematic maps were constructed for spatialization of the phenomenon. The fire risk variable presented temporal variability in the study area, with spatial dependence in the two evaluation periods for the summer season. The application of the geostatistical tool made it possible to identify the spatial dependence between the data and the generation of thematic maps based on the spatial distribution of the fire risks.*

**Keywords:** *geostatistics, ordinary kriging, variability.*

#### 1. INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre o poder de destruição que os incêndios podem causar, desperta a necessidade de se estabelecer ações de prevenção e combate, principalmente em áreas de produção agrícola e florestal. Conforme relata Vettorazzi; Ferraz (1998), os incêndios podem ser analisados pela utilização de índices de perigo, bem como pelo mapeamento das áreas de maior risco.

Diversos fatores podem auxiliar na determinação do perigo ou risco de incêndios, como precipitação

pluviométrica, velocidade do vento, umidade relativa do ar e temperatura (WHITE et al., 2016). Esses dados sobre as condições meteorológicas são essenciais na previsão e tomada de decisões antecipadas acerca das regiões com riscos de incêndios.

Juntamente a este fato, o aumento da eficiência das informações sobre os riscos de incêndios deve contemplar a variabilidade espacial e temporal existente (Valente et al., 2012), as quais interferem diretamente sobre as atividades operacionais no campo, como prejuízos ao

plântio, colheita e desenvolvimento das culturas, principalmente em períodos específicos do ano em que as condições são propícias a focos de incêndios.

Diante do exposto, com este trabalho se objetivou definir o comportamento espaço-temporal dos riscos de incêndios na estação de verão da microrregião do baixo sul do estado da Bahia.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para realização desse estudo foi utilizada a variável de risco de incêndios para a estação de verão de 2016/2017 e 2017/2018 na microrregião do baixo sul do estado da Bahia, que abrange os municípios de Cairu, Camamu, Ituberá, Nilo Peçanha, Taperoá, Ituberá, Igrapiúna, Ibirapitanga, Tancredo Neves e Valença, os quais foram os utilizados na pesquisa (Figura 1).



Figura 1. Mapa da localização de parte dos municípios da microrregião do baixo sul do estado da Bahia utilizados no estudo. Fonte: Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA), 2013.

Os dados foram obtidos através do cálculo dos riscos de incêndios, realizados pelo Programa de Monitoramento de Queimadas e Incêndios do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), conforme descrito por Setzer et al. (2016). Foram utilizadas informações obtidas de 100 pontos para cada período, com as coordenadas locais (latitude e longitude) dos riscos de incêndios para os municípios apresentados.

Os dados dos riscos de incêndios foram submetidos a uma análise estatística descritiva para determinar as medidas de posição, dispersão e forma da dispersão. A normalidade foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk (S-W) a 5% de probabilidade.

Os resultados foram posteriormente submetidos à análise geoestatística através do software GS+ versão 7.0, a fim de verificar a existência de dependência espacial, a partir do ajuste de um modelo de variograma com base na pressuposição de estacionaridade da hipótese intrínseca. A escolha do modelo foi realizada com base no critério dos mínimos quadrados. Comprovada a dependência espacial, utilizou-se o método de interpolação krigagem ordinária, para estimar valores em locais não medidos para os intervalos dos valores de riscos de incêndios ao longo do tempo. Foram construídos mapas temáticos, identificando as diferenças dos valores de riscos de incêndios para os dois períodos da estação de verão.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pela análise estatística descritiva (Tabela 1) demonstram que os dados de riscos de incêndios para a estação de verão nos dois períodos

apresentaram valores das medidas de tendência central (média e mediana) bem próximos, indicando distribuições simétricas. Esse fato é confirmado pelo valor de assimetria próximo a zero.

Tabela 1. Estatística Descritiva dos riscos de incêndios (%) para a estação de verão nos períodos 2016/2017 e 2017/2018.

Parâmetros	2016/2017	2017/2018
Média	48.6	51.6
Mediana	40.0	70.0
Mínimo	0	0
Máximo	100	100
CV (%)	86.2	76.9
Cs	-0.03	-0.43
Ck	-1.75	-1.60
S-W	*	*

CV – coeficiente de variação; Cs – coeficiente de assimetria; Ck – coeficiente de curtose; S-W (\*) - distribuição não normal pelo teste de Shapiro-Wik a 5% de probabilidade.

Analisando a distribuição através do teste de Shapiro-Wik a variável estudada apresentou distribuição não normal nos dois períodos avaliados, indicando tendência de distribuição dos dados.

O coeficiente de variação, segundo a classificação proposta por Warrick; Nilsen (1980), de baixa para  $CV < 12\%$ , média de  $12\% < CV < 60\%$ , e alta para  $CV > 60\%$ , apresentam-se entre 76.9 e 86.2 %, portanto, considerado de alta variação para os períodos de 2017/2018 e 2016/2017, respectivamente.

É possível observar que os valores máximos e mínimos dos dois anos apresentam uma alta amplitude (grande diferença), o que justifica os valores elevados de CV para esses períodos. Silva et al. (2014) afirmam que os valores de CV, altamente influenciados pela amplitude da distribuição, são os primeiros indícios de variabilidade espacial dos dados.

A análise geoestatística (Tabela 2) foi realizada para determinar e quantificar a variabilidade espacial dos riscos de incêndios ao longo do tempo.

Tabela 2. Modelos e parâmetros dos semivariogramas dos riscos de incêndios para a estação de verão nos períodos 2016/2017 e 2017/2018.

Modelos e Parâmetros	2016/2017	2017/2018
Modelo	Exponencial	Exponencial
C <sub>0</sub>	238	356.1
C <sub>0</sub> +C	1744.7	1596.1
a (m)	12000	12300
IDE (%)	13.6	22.3

C<sub>0</sub>- efeito pepita escalonado; C<sub>0</sub> + C - patamar escalonado; a - alcance; IDE - Índice de Dependência Espacial.

Os dois períodos da estação de verão apresentaram dependência espacial, indicando que a distribuição na área de riscos de incêndios não é aleatória, mas dependente da distância que separa os pontos amostrais.

O modelo que melhor se ajustou foi o exponencial para os períodos de 2016/2017 e 2017/2018 com alcance de 12.000 e 12.300 m, respectivamente. De acordo com Landim; Sturaro (2002) quanto melhor o ajuste, mais fácil é a definição de zonas uniformes de manejo para as áreas com riscos de incêndios, ou seja, de informações do ambiente que expressem a combinação de fatores que determinam um dado fenômeno.

O Índice de Dependência Espacial (IDE) segundo classificação proposta por Cambardella et al. (1994) apresentou-se elevado para os dois períodos. Os resultados do IDE para a estação de verão neste estudo, informa também que as variáveis regionalizadas não apresentaram comportamento aleatório e que a distância entre os pontos dos riscos de incêndios, demonstrou de modo elevado a variabilidade espacial existente (DALCHIAVON et al., 2012).

A distribuição espacial da variável em estudo ao longo do tempo para os períodos 2016/2017 e 2017/2018 estão apresentados nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

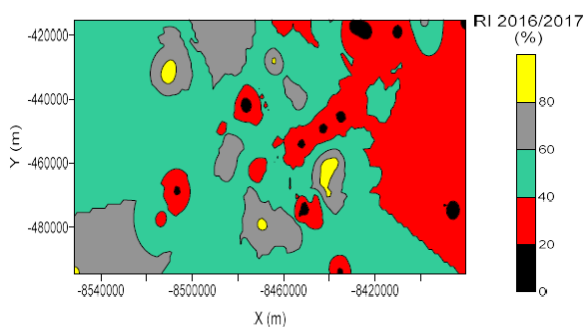


Figura 2. Mapa temático dos Riscos de Incêndios (RI) para a estação de verão no período 2016/2017.

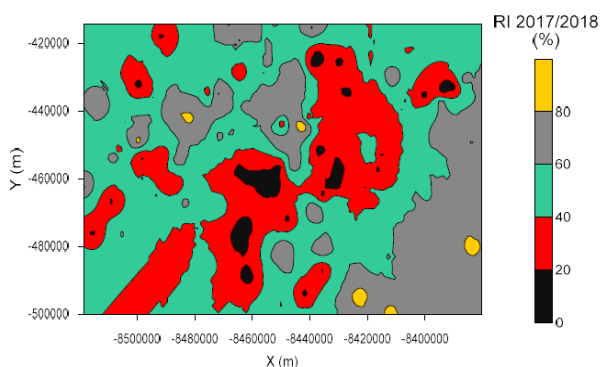


Figura 3. Mapa temático dos Riscos de Incêndios (RI) para a estação de verão no período 2017/2018.

Por meio de comparação visual das Figuras 2 e 3, observou-se que os mapas são distintos para os valores dos riscos de incêndios. É possível verificar que os mapas apresentaram uma grande amplitude de distribuição, com uma maior faixa das regiões possuindo uma coloração avermelhada (incrementos entre 20 e 40 %) e esverdeada (incrementos entre 40 e 60 %), para os períodos 2017/2018 e 2016/2017, respectivamente.

Esses valores apresentados para os dois períodos estão possivelmente relacionados ao regime climático com altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar nos meses de dezembro a março (estação de verão) que ocorrem na microrregião do baixo sul do estado da Bahia. Portanto, devido a probabilidade de riscos de incêndios nessa época do ano, a agricultura se torna inviável de se praticar, prejudicando por exemplo todo processo produtivo e comercialização da cultura do guaraná, que é uma grande potência econômica da microrregião (LESSA, 2007).

#### 4. CONCLUSÕES

A variável de riscos de incêndios apresentou variabilidade temporal na área em estudo, com dependência espacial nos dois períodos de avaliação para a estação de verão.

A aplicação da ferramenta geoestatística possibilitou a identificação da dependência espacial entre os dados e geração de mapas temáticos com base na distribuição espacial dos riscos de incêndios.

#### 5. REFERÊNCIAS

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in 53 Central Iowa Soils. *Soil Science Society of America Journal*, v. 58, n. 2, p. 1501- 1511, 1994.

DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, M. P.; ANDREOTTI, M.; MONTANARI, R. Variabilidade espacial de atributos da fertilidade de um Latossolo Vermelho Distrófico sob sistema de plantio direto. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 43, n. 3, p.453-461. 2012

LANDIM, P. M. B.; STURARO, J. R. Krigagem indicativa aplicada à elaboração de mapas probabilísticos de riscos. DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatemática, *Texto Didático 06*, 2002. 19 p.

LESSA, C. M. **Identificação de áreas prioritárias para a conservação da sócio biodiversidade na zona estuarina da Costa do Dendê, Bahia**. 2009. 125 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

SETZER, A. W.; SISMANOGLU, R. A.; MARTINS, G. **Metodologia do cálculo do risco de fogo do programa queimadas do INPE-versão 10, junho/2016**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos. 2017. 34 p.

SILVA, S.A.; QUEIROZ, D. M.; PINTO, F. A. C.; SANTOS, N. T. Coffee quality and its relationship with Brix degree and colorimetric information of coffee cherries. *Precision Agriculture*, v. 15, n.1, 2014.

VALENTE, D. S. M.; QUEIROZ, D. M. D.; PINTO, F. D. A. D. C.; SANTOS, N. T.; SANTOS, F. L. Definition of management zones in coffee production fields based on apparent soil electrical conductivity. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 69, p.173-179, 2012.

---

VETTORAZZI, C. A.; FERRAZ, S. F. B. Uso de sistemas de informações geográficas aplicados à prevenção e combate a incêndios em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 12, n. 32, p. 111-115, 1998.

WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R.; Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (Ed.). **Applications of soil physics**. New York: Academic, p. 319-344, 1980.

WHITE, L. A. S.; WHITE, B. L. A.; RIBEIRO, G. T. Modelagem espacial de risco de incêndio florestal para o município de Inhambupe, Bahia, Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 36, n. 85, p. 41-49, 2016.

---