

COMPORTAMENTO ESPAÇO-TEMPORAL DOS RISCOS DE INCÊNDIOS EM OUTONO- INVERNO NO EXTREMO SUL DA BAHIA

Caique Carvalho MEDAUAR¹, Paulo Augusto Silva MEDAUAR², Ícaro Monteiro GALVÃO³, Samuel de Assis SILVA⁴, Luis Carlos Cirilo CARVALHO⁵

¹Engº Agrônomo, Doutorando em Produção Vegetal, UESC, Ilhéus, BA, Brasil. *E-mail: caiquemedauar@hotmail.com

²Engº Florestal, Analista Ambiental, OCT, Ibirapitanga, BA, Brasil.

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

⁴Engº Agrônomo, Professor, Departamento de Engenharia Rural, UFES, Alegre, ES, Brasil

⁵Engº Agrônomo, Professor, Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, UESC, Ilhéus, BA, Brasil

RESUMO: Os incêndios são agentes com vasta capacidade de alteração do ambiente, modificando ecossistemas e resultando em grandes prejuízos para a produção agrícola e florestal. Com este trabalho se objetivou definir o comportamento espaço-temporal dos riscos de incêndios nas estações de outono e inverno na região extremo sul do estado da Bahia. A avaliação da variável riscos de incêndios foi realizada no ano de 2017, 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's 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 nas duas estações. A variável de riscos de incêndios não apresentou variabilidade temporal entre as estações estudadas. 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, mapas temáticos, confiabilidade.

SPATIAL-TEMPORAL BEHAVIOR OF FIRE RISKS IN AUTUMN-WINTER IN THE EXTREME SOUTH OF BAHIA

ABSTRACT: *The fires are agents with a vast ability to change the environment, modifying ecosystems and resulting in great damage to agricultural and forestry production.. This work is aimed to set the spatio-temporal behavior of the risk of fire in the autumn and winter seasons in the extreme southern region of Bahia state The assessment of the variable fire risk was carried out in the year 2017, where data were obtained by calculating the risk of fire, performed by Burning Monitoring Program and Fires of the National Institute for Space Research (INPE). Data were subjected to statistical analysis and descriptive normality was tested by the Shapiro-Wilk's 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 in the two seasons. The fire risk variable did not present temporal variability between the stations studied. 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, thematic maps, confiability.*

1. INTRODUÇÃO

Os riscos de incêndios são um agente com vasta capacidade de alteração do ambiente, modificando ecossistemas e as formas de vida em todo o mundo (KOPROSKI, 2007). Os incêndios, casuais ou propositados, resultam em grandes prejuízos, tanto ao meio ambiente quanto ao próprio homem e as suas atividades econômicas conforme descrito por Oliveira et

al. (2017), como por exemplo a produção agrícola e florestal.

De acordo com Ferraz e Vetorazzi (2003), a utilização de técnicas de prevenção, bem como a realização de um planejamento estratégico de combate, é uma alternativa viável para redução das ocorrências. Entretanto, Oliveira et al. (2017) comentam que uma outra forma é através de estudos para análise de risco espacial e temporal dos

incêndios, em que é possível se basear em diversas variáveis climáticas, como dados de precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e temperatura.

Por meio de ferramentas geoestatísticas, o estudo de padrões espaço-temporais de riscos de incêndios pode contribuir significativamente com as ações de prevenção, trazendo uma nova visão sobre tais ações (OLIVEIRA et al., 2017). Ainda assim, será possível avaliar e diagnosticar com confiabilidade a classificação das áreas de risco em diversos períodos/estações do ano, e poder contribuir com o produtor rural com maior nível de precisão acerca da variabilidade dos riscos de incêndios de uma determinada região, auxiliando-os na tomada de decisão e planejamento de tal fase da produção, como por exemplo, o plantio e colheita.

Diante do exposto, com este trabalho se objetivou definir o comportamento espaço-temporal dos riscos de incêndios nas estações de outono e inverno para o ano de 2017 na região extremo-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 outono e inverno de 2017 na região extremo sul do estado da Bahia, que abrange os municípios de Alcobaca, Belmonte, Eunápolis, Itamaraju, Mucuri, Nova Viçosa, Porto Seguro, Santa Cruz Cabrália e Teixeira de Freitas (Figura 1).



Figura 1. Mapa da localização de parte dos municípios da região extremo sul do estado da Bahia utilizados no estudo. Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010.

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) (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 (S-W) a 5% de probabilidade.

Os resultados foram posteriormente submetidos à análise geoestatística, a fim de verificar a existência de

dependência espacial, a partir do ajuste de um modelo de variograma 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 a estações de outono e inverno no ano de 2017.

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 outono e inverno apresentaram valores de média e mediana bem próximos, demonstrando que as medidas de tendência central não variaram muito entre os pontos amostrados. Cambardella et al. (1994) afirmam que isto pode ser um indicativo de que as medidas de tendência central não são dominadas por valores atípicos na distribuição.

Tabela 1. Estatística Descritiva dos riscos de incêndios (%) para a estação de outono e inverno no ano de 2017.

Parâmetros	Outono/2017	Inverno/2017
Média	50.3	52.7
Mediana	70.0	40.0
Mínimo	0	0
Máximo	100	100
CV (%)	92.5	87.3
Cs	-0.08	-0.19
Ck	-1.89	-1.85
S-W	*	*

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

Todos os dados apresentaram distribuição não normal conforme teste de Shapiro Wilk's a 5% de probabilidade e comportamento platocúrtico de acordo com o grau de achatamento da curva. Cressie (1991) afirma que a normalidade dos dados não é exigência da geoestatística, desde que a curva da distribuição normal não apresente caudas muito alongadas.

O coeficiente de variação (CV), segundo a classificação proposta por Warrick & Nilsen (1980), de baixa para $CV < 12\%$, média de $12\% < CV < 60\%$, e alta para $CV > 60\%$, apresentou elevada variabilidade para as duas estações do ano. Esses resultados indicam uma distribuição heterogênea dos riscos de incêndios ao longo dos meses para cada estação do ano avaliada, o qual o alto valor de CV pode estar atribuído ao comportamento instável das variáveis climáticas no ano de 2017 para as duas estações na região extremo sul do estado da Bahia.

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

Tabela 2. Modelos e parâmetros dos semivariogramas dos riscos de incêndios para a estação de outono e inverno no ano de 2017.

Modelos e Parâmetros	Outono/2017	Inverno/2017
Modelo	Exponencial	Exponencial
C_0	222.3	196.3
C_0+C	2057.8	2125.0
a (m)	19602	12600
IDE (%)	10.8	9.2

C_0 - efeito pepita escalonado; $C_0 + C$ - patamar escalonado; a - alcance; IDE - Índice de Dependência Espacial.

As duas estações no ano de 2017 apresentaram dependência espacial, ajustando-se a eles variogramas com patamares bem definidos. Silva et al. (2007) comentam que a presença de dependência espacial observada para as variáveis em estudo, indica que a identificação de riscos de incêndios baseados apenas nos valores médios são pouco confiáveis, uma vez que, não considera a variabilidade espacial.

O modelo que melhor se ajustou foi o exponencial para as estações de outono e inverno, com alcance de 19.602 e 12.600 m, respectivamente. O maior valor de alcance para a estação de outono em relação ao menor valor para a estação de inverno, confirma que dentro deste intervalo os riscos de incêndios apresentaram baixa variabilidade espacial, pois sua área de influência será maior, sugerindo uma maior semelhança entre os pontos amostrais próximos, ou seja, implicando em um comportamento de alta continuidade espacial.

O Índice de Dependência Espacial (IDE) segundo classificação proposta por Cambardella et al. (1994) apresentou-se elevado para as duas estações. A existência de dependência espacial é fundamental na geoestatística para elaboração de mapas por krigagem com elevada confiabilidade (VIEIRA, 2000).

A distribuição espacial da variável em estudo ao longo do ano de 2017 para as estações de outono e inverno estão apresentados nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

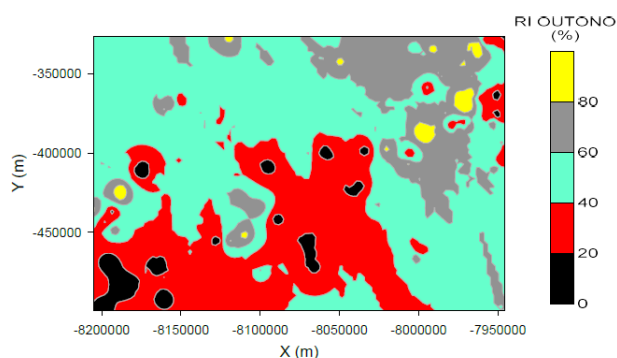


Figura 2. Mapa temático dos Riscos de Incêndios (RI) para a estação de outono no ano de 2017.

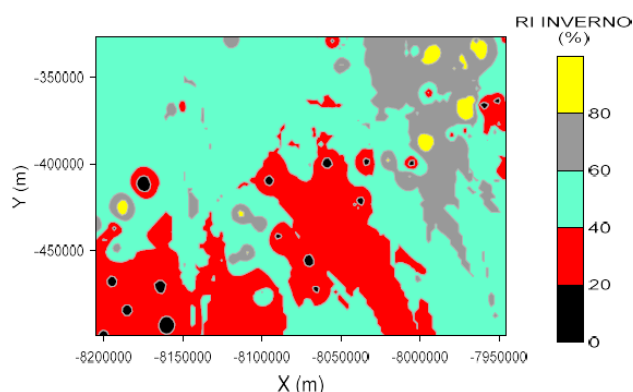


Figura 3. Mapa temático dos Riscos de Incêndios (RI) para a estação inverno no ano de 2017.

Por meio de interpretação visual das Figuras 2 e 3, verifica-se que os mapas são muito semelhantes para os valores dos riscos de incêndios. É possível observar pela espacialização dos riscos de incêndios para as duas estações, uma grande extensão da área com valores entre 20 e 60% (manchas vermelhas no quadrante inferior e manchas verdes bem distribuídas).

Esses resultados corroboram com o estudo de Jesus e Santos (2011), que avaliaram a quantidade de áreas com incêndios no ano de 2009 para a região extremo sul da Bahia e observaram que não houve variabilidade temporal entre as estações de inverno e outono.

Para a região extremo sul da Bahia, que possui como um dos fortes poderes socioeconômicos a silvicultura com o cultivo do eucalipto conforme descrito por Almeida et al. (2008), essas informações da análise espacial e temporal dos riscos de incêndios é de suma importância, pois alertará sobre a possibilidade de realização de diversas atividades, principalmente aquelas que são mecanizadas e detêm uma maior custo operacional para as empresas e/ou produtor.

4. CONCLUSÕES

A variável de riscos de incêndios não apresentou variabilidade temporal entre as estações estudadas.

Observou-se dependência espacial para a variável riscos de incêndios para as estações de inverno e outono no ano de 2017.

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

ALMEIDA, T. M. DE.; MOREAU, A. M. S. S.; MOREAU, M. S. Reorganização socioeconômica no extremo sul da Bahia decorrente da introdução da cultura do eucalipto. *Revista Sociedade & Natureza*, v. 20, n. 2, 2008.

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.

CRESSIE, N. **Statistics for spatial data**. New York: John Wiley, 1991.

FERRAZ, S. F. B.; VETORAZZI, C. A. Identificação de áreas para recomposição florestal com base em princípios de ecologia de paisagem. **Revista Árvore**, v. 27, n. 4, p. 575, 2003.

JESUS, A. O. P. DE.; SANTOS, C. P. DOS.; Sazonalidade de incêndio em floresta plantadas de eucalipto no extremo sul baiano (Nota Científica). Seasonal fire in planted Eucalyptus forests in the extreme South baiano (Scientific Note). **Revista do Instituto Florestal**, v. 23, n. 2, p. 287-294, 2011.

KOPROSKI, L. P. **Importância do mapeamento de riscos de incêndios florestais para propriedades rurais**. 2007. In: IV Simpósio Sul-Americano Sobre Prevenção e Combate Aos Incêndios Florestais e 8ª Reunião Técnica Conjunta SIF/FUPE/IPEF sobre Controle de Incêndios Florestais, Belo Horizonte, 2007.

OLIVEIRA, A. L. S. DE, NERO, M. A.; JÚNIOR, J. R. T.; CANDEIAS, A. L. B.; ALBUQUERQUE NÓBREGA, R. A. DE. Comparação e validação da modelagem espacial de riscos de incêndios considerando diferentes métodos de predição. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 23, n. 4, 2017.

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.; LIMA, J. S. S.; OLIVEIRA, R. B.; SOUZA, G. S.; SILVA, M. A. Análise espacial da erosão hídrica em um Latossolo Vermelho-Amarelo sob cultivo de café conilon. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 04, p. 335-342, 2007.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. V. H.; SCHAEFER, G. R. (Eds.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 1, p.1-54. 2000.

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.
