

MAPEAMENTO DE ÁREAS SUSCETÍVEIS A OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS NO PARQUE ESTADUAL DA LAPA GRANDE EM MONTES CLAROS-MG, COM O USO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Valdevino José dos Santos Júnior¹; Evaldo de Paiva Lima²; Rachel Bardy Prado³

¹ Engenheiro Ambiental, Mestrando em Engenharia de Biosistemas – PGEB/UFF (valdonjsantos@hotmail.com);

² Meteorologista, D.Sc., Pesquisador em Agroclimatologia, Embrapa Solos (evaldo.lima@embrapa.br);

³ Bióloga, D.Sc., Pesquisadora em Monitoramento e Planejamento de Serviços Ecossistêmicos Hídricos, Embrapa Solos (rachel.prado@embrapa.br)

Apresentado no IV CBRA – Congresso Brasileiro de Reflorestamento Ambiental – 19 a 21 de outubro de 2016, Rio de Janeiro/RJ.

Resumo: Os incêndios em unidades de conservação causa graves danos ao desenvolvimento social e econômico e aos serviços ecossistêmicos. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi mapear, com o uso de sistema de informação geográfica – SIG, áreas suscetíveis a ocorrência de incêndios no Parque Estadual de Montes Claros, Minas Gerais. Para isto, foi elaborado a partir do Modelo Digital de Elevação – MDE do Projeto TOPODATA, a altitude, declividade, orientação e curvatura de vertentes, radiação solar e cobertura vegetal, totalizando seis variáveis, as quais foram cruzadas, gerando assim, um mapa de suscetibilidade a ocorrência de incêndios em ambiente SIG. Verificou-se que as variáveis e os respectivos coeficientes que mais influenciaram foram a radiação solar, a curvatura das encostas, orientação das encostas e a cobertura vegetal, elevando a suscetibilidade ao nível muito alto e extremo. Conclui-se que o mapeamento da suscetibilidade a ocorrência a incêndios pode ser instrumento de auxílio à elaboração de planejamento e estratégias de combate aos incêndios na zona de amortecimento e no próprio parque.

Palavras-chave: geoprocessamento, unidade de conservação, manejo florestal, SIG.

Introdução

Os incêndios florestais têm degradado inúmeras áreas de floresta, dentre elas as Unidades de Conservação (UCs) no Brasil, sobretudo no bioma Cerrado, causando graves danos à manutenção e a qualidade de vida de espécies da fauna e flora e impactando negativamente no desenvolvimento socioeconômico e nos serviços ecossistêmicos locais. Este fato ocorre em função de ações antrópicas como a pecuária e produção agrícola associadas à causas naturais (ASSIS et al., 2014; GOBBO et al., 2016).

A proteção da vegetação contra o fogo nestas áreas começa com a prevenção e o planejamento, por meio do manejo florestal, conscientização da população do entorno, dentre outras medidas. Quando um pequeno foco não é controlado imediatamente, o incêndio é estabelecido e seu combate é dificultado por vários fatores, como o tamanho do fragmento, pela falta de recursos próprios de combate, demora na detecção, falta de acessos adequados, dentre outros (SILVEIRA et al., 2013).

Apesar dos avanços tecnológicos e recursos voltados ao combate de incêndios, a maior eficiência destes depende do planejamento estratégico para utilizá-los (SILVEIRA et al., 2013). Desta forma, a elaboração de mapeamentos de risco à incêndios, é de extrema importância para o planejamento das UCs tendo em vista que esse conhecimento favorece a obtenção de recursos e possibilita ações de combate mais rápidas e eficientes. Essa necessidade vai além dos limites da UC porque é necessário também o controle de queimadas nas proximidades, o que é observado por meio das chamadas “zonas de amortecimento” que visam aumentar a proteção das áreas protegidas.

Nesse contexto, o uso de ferramentas de geotecnologia permite o mapeamento de forma eficiente, a partir da integração de diversas camadas temáticas, sejam elas de cunho ambiental ou outro, permitindo o planejamento territorial e ambiental com economia de recursos, custo e tempo (SANTOS JÚNIOR et al., 2014). Tais manipulações permitem agregar dados de diversas fontes, como imagens de satélite, mapas topográficos, mapas de uso e ocupação do solo, por exemplo, em diferentes escalas (GOBBO et al., 2016).

O mapeamento da suscetibilidade a incêndios florestais pode ser obtido por meio da sobreposição de mapas temáticos que representam os fatores de risco e da interação entre esses fatores em Sistema de Informações Geográficas (SIG). Cada fator representa um atributo da área que condiciona algum risco para início e propagação do fogo, dentre eles há aqueles referentes às características da vegetação, como a cobertura florestal e o uso do solo por atividades agropecuárias, bem como os inerentes às condições topográficas, como declividade e face de exposição do terreno (NICOLETE e ZIMBACK, 2013).

Mapas de riscos a incêndios fornecem uma análise rápida da situação de risco para tomada de decisão em relação à prevenção e combate a incêndios, como a definição das áreas de maior risco, que necessitam de maior fiscalização; a restrição do acesso a determinadas trilhas nos períodos críticos de risco de incêndio e, quando possível, a construção de aceiros, assim como a orientação para atividades realizadas nas proximidades. Tais mapas auxiliam também no planejamento de combate, como por exemplo, na alocação de recursos em pontos estratégicos (SILVEIRA et al., 2013).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi mapear áreas suscetíveis a ocorrência de incêndios no Parque Estadual de Montes Claros, Minas Gerais, com o uso de sistema de informação geográfica (SIG).

Material e Métodos

O Parque Estadual da Lapa Grande (PELG) localiza-se no município de Montes Claros, Minas Gerais, entre as coordenadas geográficas 16°39'38" de latitude Sul e 43°57'02" de longitude Oeste e foi criado pelo Decreto Estadual nº 44.204 de 2006, visando a proteção e conservação do complexo de grutas e abrigos da Lapa Grande, onde passam os principais recursos hídricos para o abastecimento de água para a cidade de Montes Claros e municípios vizinhos, além da peculiar biodiversidade local, caracterizada pela fauna e flora e, apresentando fragmentos de Floresta Estacional Decidual, a Mata Seca (IEF, 2014; MOREIRA et al., 2013).

O mapeamento da suscetibilidade a ocorrência de incêndios foi elaborado a partir do Modelo Digital de Elevação – MDE do Projeto TOPODATA, derivado de dados do SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*), com tamanho de *pixel* igual a 30 m. O modelo TOPODATA disponibiliza um conjunto de dados para análise geomorfométrica, apresentando diversas variáveis a partir da Altimetria (LANDAU e GUIMARÃES, 2011). Foi utilizada a quadricula 16s45, que engloba o PELG em Montes Claros, no formato *GeoTiff*, com escala 1:250.000.

Neste trabalho, a partir do mapa de altimetria, e utilizando-se o *software* ArcGIS 10.1, foram geradas e mapeadas as seguintes variáveis: a altitude, a declividade, a orientação de vertentes, a curvatura horizontal e a radiação solar. A cobertura vegetal e o perímetro do PELG foram obtidos na página eletrônica do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2004). Foi aplicado um *buffer* de 3 km visando a delimitação da Zona de Amortecimento do PELG, como determinado na Resolução CONAMA nº 428/2010.

Foram realizados recortes nos mapas de cada variável, com base no *buffer* de 3 km. Desta forma, totalizaram seis mapas no formato *raster* (altimetria, declividade, orientação de encostas, curvatura das encostas, radiação solar e cobertura vegetal). Estes foram sobrepostos utilizando-se a ferramenta *Raster calculator* do ArcGis 10.1, conforme a Equação 1, gerando-se o mapa de Suscetibilidade a Ocorrência de Incêndios no PELG.

$$\text{Suscetibilidade} = \text{Altitude} + \text{Declividade} + \text{Orientação} + \text{Curvatura} + \text{Radiação Solar} + \text{Cobertura do solo} \quad (1)$$

O mapa final de Suscetibilidade a Ocorrência de Incêndio no PELG foi apresentado em cinco classes: Baixo, Moderado, Alto, Muito Alto e Extremo. Para isto, a primeira variável trabalhada, foi a altimetria, sendo dividida em cinco classes hipsométricas: de 625 a 700 m, de 701 a 800 m, de 801 a 900 m, de 901 a 1000 m e de 1001 a 1100 m. Aplicando-se para cada classe os coeficientes de suscetibilidade associados a ocorrência de incêndio florestal (5-Extremo, 4-Muito Alto, 3-Alto, 2-Moderado e 1-Baixo, respectivamente).

A segunda classe estudada foi a declividade, sendo dividida em cinco classes dadas em porcentagem, conforme Assis (2014): de 0,25 a 15%, de 16 a 25%, de 26 a 35%, de 36 a 45% e, de 46 a 85% e atribuiu-se a cada classe um coeficiente de suscetibilidade a ocorrência de incêndios (1-Baixo, 2-Moderado, 3-Alto, 4-Muito Alto e 5-Extremo, respectivamente).

A orientação das encostas (faces de exposição) foi a terceira variável avaliada. Ela indica as áreas que recebem maior incidência de radiação solar, o que acarreta em menor umidade e diversidade vegetacional. Foram divididas em oito faces. A partir da classificação utilizada por Assis et al. (2014) para o hemisfério Sul, as faces de exposição e os respectivos coeficientes quanto a suscetibilidade a incêndios, são: sudeste, sul e sudoeste (1-Baixo); leste (2-Moderado); nordeste (3-Alto); noroeste e oeste (4-Muito alto) e norte (5-Extremo).

A curvatura das encostas, a quarta avaliada, foi classificada em convergente, plana e divergente. Desta forma, a curvatura das encostas e os respectivos coeficientes com relação à ocorrência a incêndios são: convergente (1-Baixo); plano (2-Moderado) e divergente (3-Alto).

A penúltima variável analisada foi a radiação solar. O cálculo desta variável está relacionado à latitude do local (COURA et al., 2009). Foi dividida em três faixas com os respectivos coeficientes, dados em quilowatts horas por metro quadrado (Kwh/m²): de 718,088 a 775,720 kwh/m² (1-Baixo); 775,721 a 787,853 Kwh/m² (2-Moderado) e; 787,854 a 804,030 Kwh/m² (3-Alto).

A última variável avaliada foi a cobertura vegetal, representando a combustibilidade do ecossistema, caracterizando, assim o risco a ocorrência de incêndios. Foram identificadas apenas duas classes de cobertura vegetal, a Pastagem cultivada e a Floresta estacional decidual de montanha, com os respectivos coeficientes: 5-Extremo e 1-Baixo, para a suscetibilidade a ocorrência de incêndios.

Resultados e Discussão

A altimetria no Parque Estadual da Lapa Grande variou entre 625 a 1037 m, com altimetria média de 843,3 m, ou seja, Alta suscetibilidade a incêndios. A declividade, por outro lado, no PELG variou entre 0,25% a 84,17%, com predominância da classe Baixa, ou seja, baixa suscetibilidade a ocorrência de incêndios. A declividade média foi de 14,6%.

A orientação de encostas no parque apresentou 31,92% das faces estão voltadas ao Norte, 16,11% ao Noroeste e Oeste, 11,83% ao Nordeste, demonstrando, assim, que 59,86% da área do PELG tem de Alta a Extrema suscetibilidade a ocorrência de incêndios. Quanto a curvatura de encostas, a divergente caracterizou-se como a mais predominante no parque, apresentando Alto risco a ocorrência de incêndios, com 43,65%, contra 19,67% de áreas planas e 36,70% de áreas convergentes. A radiação solar apresentou de Moderada a Alta suscetibilidade à ocorrência de incêndios, com 75,87%. A cobertura do solo predominante no PELG é a pastagem cultivada, representando 58,69% da área do parque.

As variáveis interrelacionam-se influenciando no comportamento uma das outras. Torres et al. (2014) comentam

que, os elementos climáticos locais interferem no tipo de combustível de uma determinada região. O comportamento do fogo pode ser definido pelo clima e pelo combustível, a cobertura vegetal do local. Assim, pode-se dizer que a altimetria e a declividade também influenciam decisivamente no comportamento do fogo, por esse motivo e pela influência física sobre a inclinação das chamas, aumentando potencialmente a fase de pré-aquecimento da reação da combustão.

Quanto a curvatura das encostas, as áreas convergentes possuem maior umidade por serem regiões côncavas, as divergentes são áreas convexas e possuem tendências a serem mais secas e, por ficarem mais expostas à radiação solar e com isso mais suscetíveis à ocorrência de incêndios. Enquanto que as áreas planas dependem da declividade do local (NUNES et al., 2015). As orientações das encostas indicam que as áreas que recebem maior incidência de radiação solar, menor umidade e diversidade vegetalacional (COURA et al., 2009). Gobbo et al. (2016) apontaram que áreas de pastagem são mais suscetível a incêndios, devido a renovação de gramíneas para a pastagem.

Com base nestas seis variáveis e na Equação 1, obteve-se o mapeamento da suscetibilidade a ocorrência a incêndios no Parque Estadual da Lapa Grande em Montes Claros, MG, conforme apresentado na Figura 1.

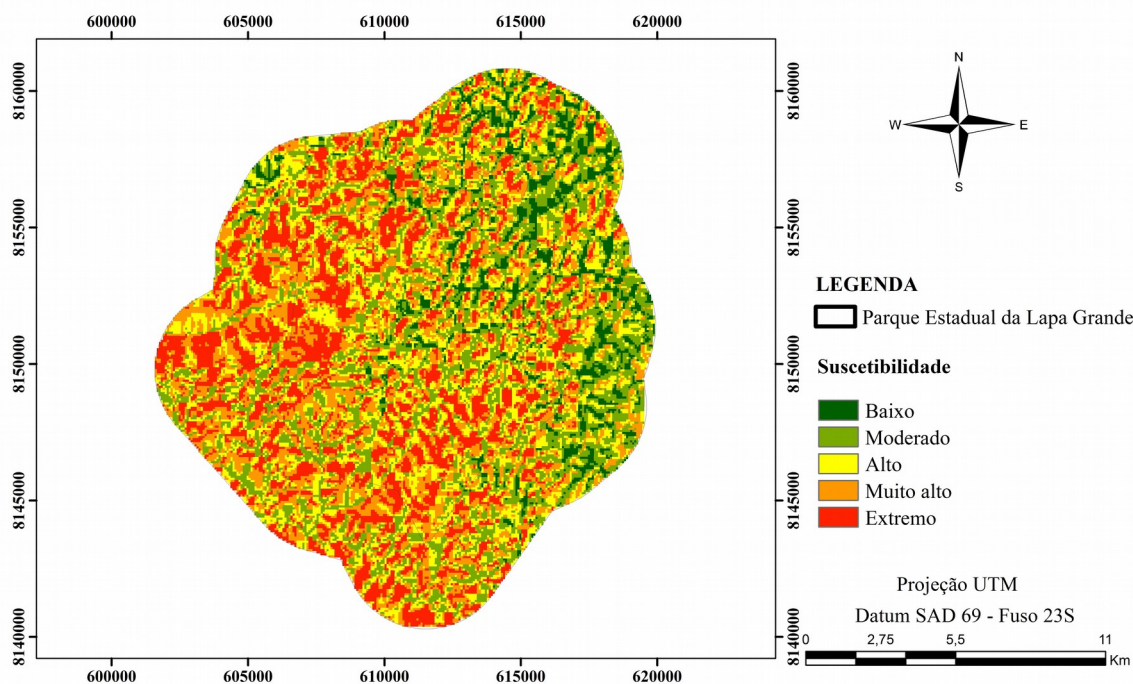


Figura 1. Mapa de Suscetibilidade a Ocorrência de Incêndios no Parque Estadual da Lapa Grande.

Observa-se na Figura 1, que a maior parte do Parque Estadual da Lapa Grande apresenta uma suscetibilidade a ocorrência a incêndios de Alto a Extremo.

Este fato se deve a forte influência das variáveis, com destaque para: radiação solar, curvatura das encostas, orientação das encostas e cobertura vegetal, as quais apresentaram risco a incêndios mais elevados.

O mesmo foi encontrado nos estudos realizados por Coura et al. (2009), na ocorrência de incêndios no Maciço da Pedra Branca no Rio de Janeiro e, Torres et al. (2014) na ocorrência de incêndios na vegetação da área urbana em Ubá-MG.

Conclusões

Por meio da utilização de SIG foi possível realizar o mapeamento da suscetibilidade a ocorrência a incêndios no Parque Estadual da Lapa Grande em Montes Claros, MG, sendo empregadas seis variáveis para gerar tal mapeamento. O método utilizando geotecnologias demonstrou-se simples e possível de ser replicado em outras áreas com o mesmo fim.

As variáveis que apresentaram maior influência à ocorrência a incêndios foram: a radiação solar, a curvatura, a orientação das encostas e a cobertura vegetal. As áreas com faces convergentes e voltadas para o Norte, Noroeste e Oeste, com radiação solar com alto risco e sob as terras de pastagem cultivada, são as que apresentaram no mapeamento maior suscetibilidade à ocorrência de incêndios.

Em estudo futuro recomenda-se utilizar outras variáveis, tais como: precipitação, temperatura, proximidade a vias de acesso, como rodovias e estradas vicinais, o que aumenta a precisão em termos da previsão de focos de incêndios em uma unidade de conservação.

O mapeamento da suscetibilidade à ocorrência de incêndios pode fornecer subsídios à implantação de torres de monitoramento e detecção de focos de incêndio, no parque e adjacências, sendo um instrumento eficiente de auxílio ao planejamento e estratégias de combate aos incêndios na zona de amortecimento e no próprio PELG.

Agradecimentos

A professora Cristiane Nunes Francisco pelos ensinamentos ministrados na disciplina de Geoprocessamento.

Referências Bibliográficas

ASSIS, F. R. V. Uso de geotecnologias na locação espacial de torres para detecção de incêndios florestais no semiárido nordestino. **Floresta**, v. 44, n. 1, p 133-142, 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 428, de 17 de dezembro de 2010**. Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental, sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o artigo 36, § 3º, da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências. Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=641. Acesso em: 17 ago. 2016.

COURA, P. H. F.; SOUSA, G. M.; FERNANDES, M. do C. Mapeamento geoecológico da suscetibilidade à ocorrência de incêndios no Maciço da Pedra Branca, município do Rio de Janeiro. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 32, n. 2, 2009.

GOBBO, S. D. A. et al. Uso da terra no entorno do PARNA-Caparaó: preocupação com incêndios florestais. **Floram - Floresta e Ambiente**, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.110114>

INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – IEF. **Estudo técnico para ampliação dos limites do Parque Estadual da Lapa Grande, município de Montes Claros, MG**. Belo Horizonte: SEMAD, 2014.

MOREIRA, A. A. et al. Análise do comportamento espectral de fitofisionomias no Parque Estadual da Lapa Grande por meio de dados MODIS. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 6, 2013.

LANDAU, E. C.; GUIMARÃES, D. P. Análise comparativa entre modelos digitais de elevação ASTER, SRTM e TOPODATA. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SRTM. **Anais...**, XV, Curitiba, PR, 2011.

NICOLETE, D. A. P.; ZIMBACK, C. R. L. Zoneamento de risco de incêndios florestais para a fazenda experimental Edgardia – Botucatu (SP), através de sistemas de informações geográficas. **Revista Agrogeoambiental**, v. 5, n. 3. 2013.

NUNES, M. T. de O. et al. Variáveis condicionantes na suscetibilidade de incêndios florestais no Parque Nacional da Itatiaia. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 38, n. 1. 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Mapeamento de Cobertura Vegetal do Bioma Cerrado**. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO. 2004.

SANTOS JÚNIOR, V. J. dos. et al. Uso de geotecnologias na caracterização da fragilidade ambiental da região hidrográfica do rio Guandu/RJ. In: Congresso Brasileiro de Cartografia. **Anais...**, XXVII, Gramado, RS, 2014.

SILVEIRA, A. H. de M. et al. Proposta metodológica para risco de incêndio florestal: estudo de caso na zona de proteção ambiental (ZPA-1) em Natal/RN. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.6, n.5. 2013.

TORRES, F. T. P. et al. Mapeamento da suscetibilidade a ocorrência de incêndios em vegetação na área urbana de Ubá-MG. **Revista Árvore**, v. 38, n. 5, 2014.