

Zoneamento de risco de incêndios florestais para o Parque Estadual Serra do Intendente-MG

Rafaella Silva Pereira^{1,2}
Gleyce Campos Dutra^{1,3}

¹ Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM
Departamento de Engenharia Florestal, Campus JK
Rodovia MG 367, n. 5000, Alto do Jacuba
Diamantina - MG, Brasil

² rafaellaengflorestal@gmail.com, ³ gleycedutra@yahoo.com.br

Abstract. Analysis of environmental factors allows to estimate the fire risk and the establishment of the danger degrees associated to these variables. The aim of this research was to propose a model of forest fire risk map for the Serra do Intendente State Park, Minas Gerais, Brazil, and their buffer zone. In Geographical Information System, the fire risk map was built up through the integrated analysis of vegetation cover, slope gradient, aspect, and human presence, represented by roads and tracks, using the weighed overlay method. The validation of the forest fire risk map was done by the comparison between the final forest fire risk map and forest fire occurrence reported in the Park. It was observed that 35,73% of the study area presents high risk, 51,36% moderate risk, 11,82% low risk and 1,09% null risk. Due to the major vegetation cover is representing by small fuel, most of park is dominate by moderate risk, however the risk become high with. human activities proximity. The map validation showed that over 58% of historical fire occurrences match with high fire risk. These results will help adopt preventive actions in critical areas, improving the fire control system efficiency and optimizing the available resources.

Palavras-chave: forest protection, GIS, Weighted overlay, proteção florestal.

1. Introdução

Os incêndios florestais têm causado diversos danos ambientais, sociais e econômicos, e a sua ocorrência varia em função da época do ano, causa provável, localização geográfica, tipo de vegetação e área atingida (TETTO et al., 2008). Considerados como toda aquela forma descontrolada de ocorrência do fogo, que causa rápida oxidação da biomassa produzida pelas plantas, acompanhada por intensa liberação de calor (SOARES e BATISTA, 2007), eles provocam grandes prejuízos à biodiversidade, ao ciclo hidrológico e ao ciclo do carbono na atmosfera. Tais prejuízos reduzem os serviços ambientais que a floresta mantida em seu padrão atual, poderia proporcionar ao planeta. Uma intensa frequência de fogo numa mesma região, admitida à hipótese de troca de paisagem, pode levar a perda irreversível de parte de recursos genéticos, antes mesmo de conhecer seu potencial (SILVA, 2001).

A ocorrência de grandes incêndios florestais em Unidades de Conservação (UCs) pode ser considerada uma grave ameaça para a conservação da biodiversidade e manutenção de seus processos ecológicos. Estes incêndios são particularmente graves para áreas pequenas, em ecossistemas muito sensíveis ao fogo, áreas isoladas por cidades ou monoculturas agrícolas e áreas com espécies raras e/ou ameaçadas de extinção, como no caso de muitas UCs. Nestas áreas, há maior possibilidade de grandes incêndios comprometerem a manutenção de populações de algumas espécies (MEDEIROS, 2003).

Diversas medidas vêm sendo adotadas para auxiliar na prevenção e combate dos incêndios florestais, dentre elas, os zoneamentos de áreas de risco tem ganhado destaque. Estes zoneamentos possibilitam visualizar o arranjo espacial das áreas com maior probabilidade de ocorrência de incêndios, facilitando a tomada de decisão quanto à distribuição de recursos e equipamentos destinados à prevenção e supressão do fogo (FERRAZ e VETTORAZZI, 1998). Para sua elaboração dispõe-se atualmente do Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Este trabalho tem por objetivo propor um modelo de Zoneamento de Risco de Incêndios Florestais para o Parque Estadual Serra do Intendente-MG e sua zona de amortecimento por meio da análise de variáveis que indicam riscos de propagação, a fim de servir de instrumentos para balizar as ações de prevenção e combate a incêndios florestais.

2. Materiais e métodos

O Zoneamento foi proposto para o Parque Estadual Serra do Intendente – PESI e sua zona de amortecimento de 3 Km. O PESI está situado na Serra do Espinhaço, possuindo uma área de aproximadamente 13.508,83 ha. Foi criado pelo Decreto Sem Número, de 29 de março de 2007 (Minas Gerais, 2007), está inserido nos Distritos de Tabuleiro e Itacolomi, no município de Conceição do Mato Dentro, Minas Gerais (Figura 1).

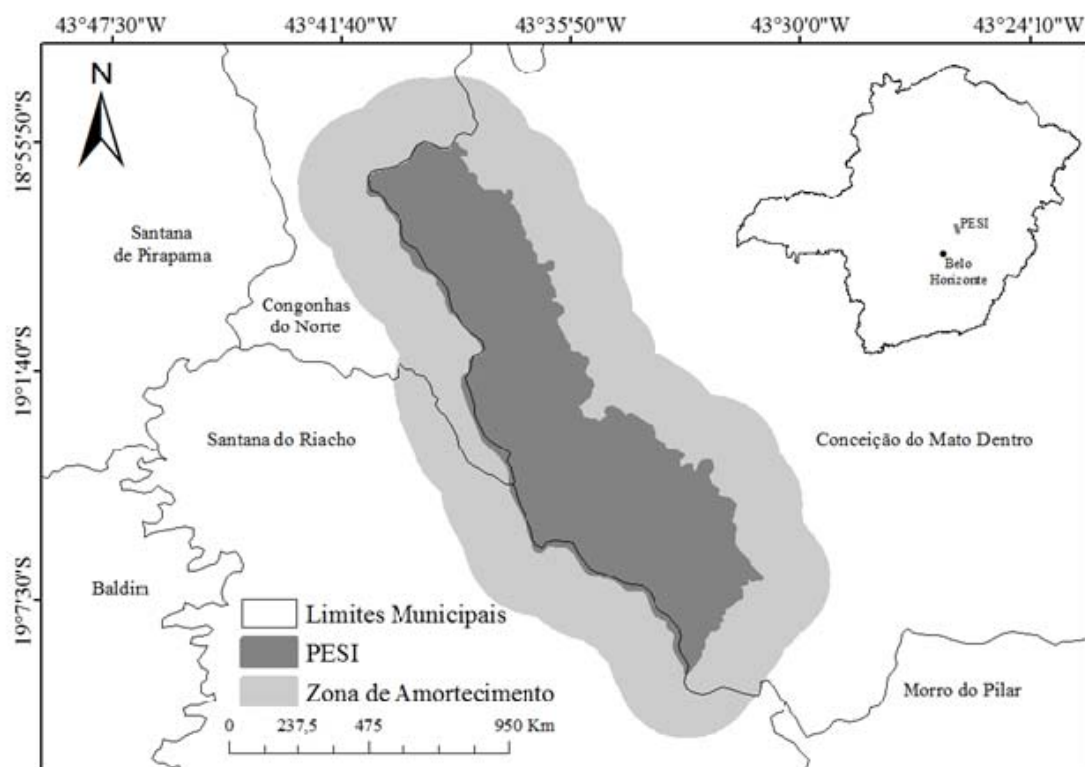


Figura 1: Localização do Parque Estadual Serra do Intendente –PESI.

2.2 Elaboração dos mapas preliminares das variáveis de risco de incêndios

A fragilidade do PESI com relação aos incêndios florestais foi quantificada a partir da análise de parâmetros de cobertura do solo, características topográficas (declividade e orientação das encostas) e existência de acessos (estradas e trilhas) na região.

Para a análise de risco de incêndio florestal das áreas de cobertura do solo do PESI foram obtidas informações a partir da classificação digital da imagem satélite LANDSAT 8 sensor OLI (USGS, 2013), datada em 5 de maio de 2013, com resolução espacial de 30 m, cena 218/73. Utilizou-se a classificação digital supervisionada pelo método da Máxima Verossimilhança. Foram consideradas as seguintes classes de cobertura do solo: áreas sem vegetação, áreas de vegetação arbórea, arbustiva e campestre (Tabela 1).

Tabela 1: Classes de cobertura do solo do Parque Estadual Serra do Intendente e respectiva reclassificação quanto ao risco de incêndios florestais.

Classe	Risco	Coefficiente
Sem Vegetação	Nulo	0
Vegetação Arbórea	Baixo	1
Vegetação Arbustiva	Alto	3
Vegetação Campestre	Alto	3

No estudo da influência da topografia sobre os riscos de incêndios florestais foram considerados duas variáveis: a declividade e a orientação das encostas. A topografia exerce grande influência sobre o clima e, em menor escala, sobre a vegetação e assim, conseqüentemente, sobre o material combustível das diversas regiões terrestres (SOARES e BATISTA, 2007). Foi criado um modelo digital de elevação utilizando dados de curvas de níveis e pontos cotados da área. A variável declividade foi reclassificada em 3 intervalos (Tabela 2), adaptados de Oliveira (2004).

Tabela 2: Reclassificação da declividade do Parque Estadual Serra do Intendente segundo o risco de ocorrência de incêndios florestais.

Inclinação (%)	Risco	Coefficiente
0 - 15,0	Baixo	1
15,01 – 25,0	Moderado	2
> 25,0	Alto	3

A variável orientação das encostas foi reclassificada segundo suas implicações para o risco de incêndios (Tabela 3), adaptada de Ferraz e Vettorazzi (1998). As faces do relevo voltadas para o lado norte recebem maiores incidências de raios solares durante um dia e por isso tem maior risco de ocorrência de incêndios florestais, seguidas pelas faces oeste, leste e sul (SOARES e BATISTA, 2007).

Tabela 3: Reclassificação da orientação das encostas do Parque Estadual Serra do Intendente segundo o risco de ocorrência de incêndios florestais.

Ângulo de Orientação (°)	Exposição	Risco	Coefficiente
157,5 a 202,5	S	Baixo	1
112,5 a 157,5 e 202,5 a 247,5, 67,5 a 112,5 e 247,5 a 292,5	SE, SW, E, W	Moderado	2
0 a 22,5 e 337,5 a 360; 22,5 a 67,5; 292,5 a 337,5	N, NE, NW	Alto	3

As estradas e trilhas são os elementos que permitem o acesso de pessoas e veículos à área do PESI. Essa variável representa todas as formas de presença ou atividade de comunidades e infra-estrutura internas e externas a área estudada (CASTAÑEDA, 1997)

Os acessos foram reclassificados adaptados de Ferraz e Vetorazzi (1998), atribuindo-se um coeficiente que traduz indiretamente o nível de risco de incêndio causado pela presença humana na área. Foi atribuída uma zona de influência direta de 200 m de cada lado dos acessos, classificando-os como risco alto, e as áreas externas a essa zona foram divididas em duas classes de risco: moderado e baixo (Tabela 4).

Tabela 4: Reclassificação da distância dos acessos ao Parque Estadual Serra do Intendente.

Distância (m)	Risco	Coeficiente
> 400	Baixo	1
200,01 – 400	Moderado	2
0 – 200	Alto	3

2.3 Zoneamento de Risco de Incêndio Florestal (ZRIF)

O ZRIF do Parque Estadual Serra do Intendente foi feito pela sobreposição ponderada de todos os mapas de risco preliminares, onde cada pixel do mapa do Zoneamento representa a soma dos valores do mesmo pixel em cada uma das variáveis estudadas, ordenado de acordo com o peso adotado em cada variável (Tabela 5). A somatória dos pesos das variáveis analisadas totalizam 100 por cento.

O peso adotado para cada variável seguiu a lógica adotada por Koproski et al. (2011), em que recomenda-se que a vegetação deva receber o maior peso, pois representa o combustível a ser consumido e sem combustível não há fogo; as influências humanas devem receber o segundo maior peso, pois representam a “faísca”, ou seja, o fator que iniciará a ignição; e os fatores relacionados com a topografia (declividade e orientação das encostas), que são intimamente relacionados com a propagação do fogo, devem receber pesos de modo que a somatória dos pesos dessas variáveis não ultrapassasse o peso atribuído à variável de influências humanas

Tabela 5: Peso das variáveis analisadas para compor o Zoneamento de Risco de Incêndio Florestal do Parque Estadual Serra do Intendente.

Variável	Peso (%)
Cobertura do Solo	55
Distância as Estradas	30
Orientação das Encostas	10
Declividade do Terreno	5

O ZRFI foi confrontado com ocorrências de incêndios florestais no PESI entre os anos de 2010 e 2013, levantadas pela Gerência do Parque em seus Relatórios de Ocorrência de Incêndios.

3. Resultados e Discussão

A integração dos mapas de risco preliminares pela sobreposição ponderada em ambiente SIG representa o Zoneamento proposto (Figura 2).

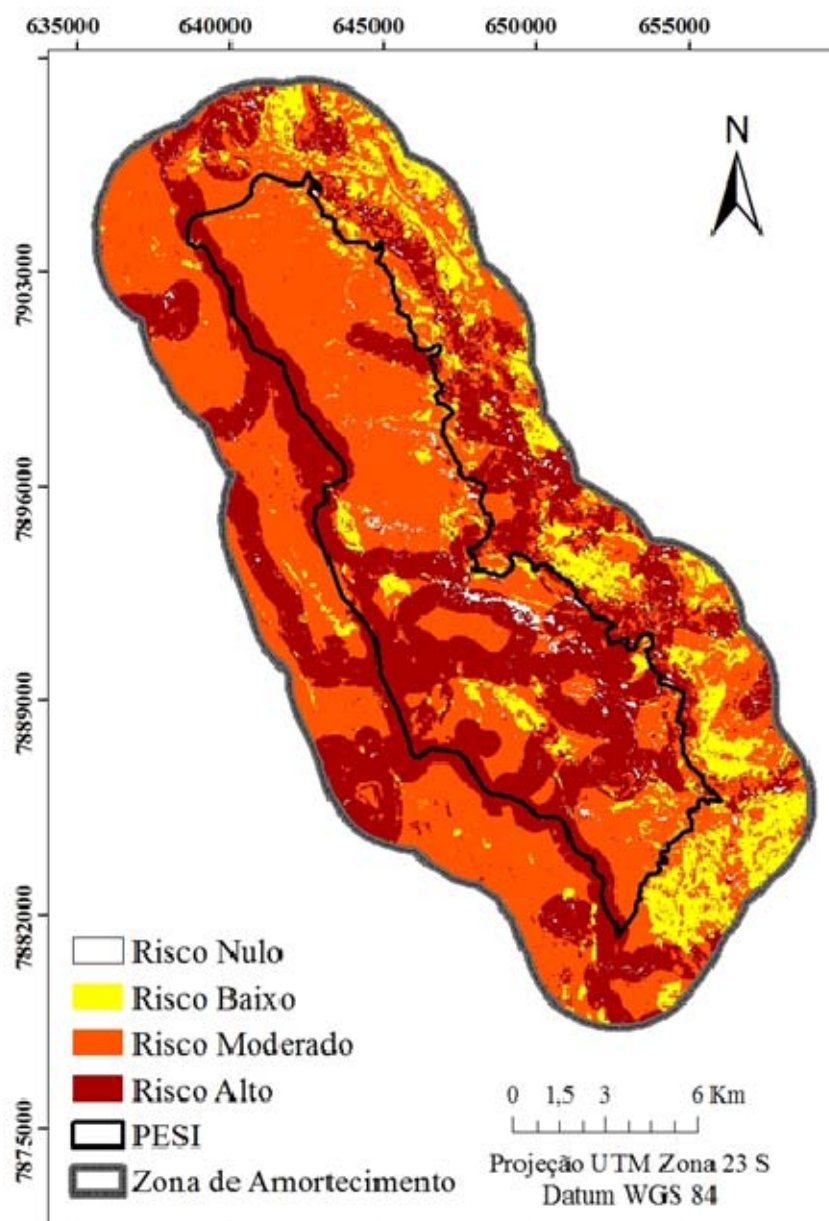


Figura 2: Zoneamento de Risco de Incêndio Florestal do Parque Estadual Serra do Intendente – PESI.

Observa-se que 1,09% da área estudada foi classificada como de risco nulo, 11,82% como de risco baixo, 51,36% como de risco moderado, 35,73% como de risco alto (Tabela 5).

Tabela 5: Distribuição do risco de incêndio segundo o Zoneamento de Risco de Incêndio Florestal do Parque Estadual Serra do Intendente.

Classe de Risco	%	Área (ha)
Nulo	1,09	400,5
Baixo	11,82	4349,79
Moderado	51,36	18895,23
Alto	35,73	13147,56

O risco alto foi associado à áreas ocupadas por vegetação campestre e arbustiva, combinadas com a facilidade de acessos às áreas de interesse (SILVA e ZAIDAN, 2007). Essas áreas, quando não associadas à proximidade de acessos, representam riscos moderados.

Também representam riscos moderados, áreas de cobertura arbórea com exposição de encosta para o Norte e afins e alta declividade. Uma floresta densa proporciona um microclima mais ameno e os materiais combustíveis apresentam um conteúdo de umidade maior e mais estável do que uma floresta rala ou aberta (OLIVEIRA, 2002), por isso há menor risco de incêndio em áreas com vegetação arbórea. No entanto, o risco aumenta quando a área é associada a períodos de maior insolação no dia e alta declividade.

O risco baixo se relaciona principalmente às áreas de vegetação arbórea associadas ao menor risco de acordo com as variáveis topográficas. O risco nulo está relacionado, principalmente, à áreas sem vegetação, pois se não há cobertura vegetal, não há material combustível para que ocorra o fogo. Porém, pode ser uma ameaça inicial ao fator de ignição, uma vez que permite ou indica uso antrópico.

Um incêndio florestal traz diversos prejuízos, como consumo de material lenhoso, criação de calor, que causa a morte ou danifica a vegetação, mata ou causa injúrias aos animais e danifica ou altera o solo, causando efeitos sobre a sua química, e conseqüentemente, alterando a nutrição das plantas (SOARES e BATISTA, 2007). Por isso, as maiores atenções devem ser voltadas as áreas nas quais o risco foi classificado como alto, onde se deve fazer um planejamento mais detalhado quanto à construção de aceiros e outras práticas preventivas e uma logística para acesso e combate de maneira mais rápida e eficiente.

As ocorrências registradas entre os anos de 2010 e 2013 demonstram que 58,43% dos incêndios ocorridos no PESI se deram em regiões consideradas de alto risco (Tabela 7). Foi observado também que 40,45% das ocorrências se deram em área de risco moderado e apenas 1,12% delas estão em áreas de baixo risco. Não há registro de ocorrências de incêndios florestais nas áreas consideradas de risco nulo. Assim, observa-se um aumento gradativo das ocorrências conforme foi aumentando o grau da classe de risco proposta no modelo ZRIF. É importante frisar que riscos mais baixos, ainda indicam que podem ser registradas ocorrências no local, porém com menor probabilidade.

A variável cobertura do solo, por representar as condições tanto de ocorrência, quanto de propagação do fogo é a variável mais importante e, por isso, com maior peso. Sendo assim, esforços devem ser concentrados no intuito de melhorar a separabilidade entre as classes e especificamente neste trabalho, entre arbustivas e campestre.

O ZRIF proposto apresenta uma visão integrada dos locais com maior risco de ocorrência e facilidade de propagação dos incêndios florestais no PESI e sua zona de amortecimento. Entretanto, o modelo necessita ser constantemente refinado para atingir resultados cada vez mais eficazes na predição de zonas com maior probabilidade de ocorrência de incêndios para a área a qual foi concebido.

4. Considerações finais

Devido às características de cobertura vegetal predominante do parque, que possui combustíveis que são de fácil ignição e, portanto, fácil propagação, a maioria do parque se encontra em risco moderado de ocorrência de incêndio florestal, tornando-se potencialmente perigoso com a facilidade de acesso às atividades humanas.

A metodologia apresentada neste trabalho mostrou-se eficiente para representar o risco de incêndio florestal no Parque Estadual Serra do Intendente e sua zona de amortecimento, porém serão necessários esforços para refinar melhor a análise.

O Zoneamento proposto poderá servir de auxílio no planejamento da prevenção e combate a incêndios florestais no PESI, de maneira a otimizar as ações evitando o desperdício de recursos das atividades e permitir uma maior conservação ambiental do Parque.

5. Agradecimentos

Agradecemos à empresa Anglo American pelo auxílio financeiro e concessão da bolsa de iniciação científica da primeira autora e à gerência do Parque Estadual Serra do Intendente por compartilhar as informações de seus relatórios de ocorrência de incêndios.

6. Referências Bibliográficas

- Castañeda, A. Zonificación para el manejo de incendios en plantaciones forestales en Colombia. **Boletín de Protección Forestal**. Colombia, n. 2, p. 38-46., 1997.
- Ferraz, S. F. B.; Vettorazzi, C. A. Uso de sistemas de informações geográficas aplicados à prevenção e combate a incêndios em fragmentos florestais. Piracicaba: **Série Técnica IPEF**, 1998. v. 12, n. 32, 111-115p.
- Koproski, L. et al *Ferreira, M. P., Goldammer, J. G., Batista, A.C.* Modelo de zoneamento de risco de incêndios para unidades de conservação brasileiras: o caso do Parque Estadual do Cerrado. Curitiba: **Floresta**, v. 41, n.3, set. 2011 ISSN 1982-4688. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/24049>>. Acesso em: 14 mai. 2014.
- Medeiros, M. B.; Fiedler, N. C. Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. Santa Maria: **Ciência Florestal**, v. 14, n. 2, p.157-168, 2003.
- Minas Gerais. **Decreto Sem Número de 29 de março de 2007**. Cria o Parque Estadual Serra do Intendente e dá outras providências. Diário do Executivo de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 29 março 2007. Disponível em: <<http://www.ief.mg.gov.br/areas-protegidas/249?task=view>> Acesso em: 20 jun. 2014
- Oliveira, D.S. **Zoneamento de risco de incêndios em povoados florestais no norte de Santa Catarina**. 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- Oliveira, D. S , Batista, A. C., Soares, R. V., Grodzki, L., Vosgerau, J. Zoneamento de risco de incêndios florestais para o estado do Paraná. Curitiba: **Floresta**, 2004. 217-221p.
- Silva, J.C. **Diagnóstico das áreas de maior incidência de incêndios florestais em Unidades de Conservação Pertencentes a APA Gama - Cabeça de Veado**. 2001. 59f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2001.
- Silva, J.X.; Zaidan, R.T. **Geoprocessamento & Análise Ambiental: Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil Ltda., 2007. 363p.
- Soares, R. V.; Batista, A. C. **Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo**. Curitiba, 2007. 250p.
- Tetto, A.F.; Batista, A.C.; Pivovar, C. Manejo da biomassa pós-colheita como forma de prevenção aos incêndios florestais. In: Seminário de Atualização em Sistemas de Colheita e Transporte Florestal, 15. , 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF-PR, 2008. p.286.
- USGS - UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Landsat 8 OLI/TIRS**. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 03 fev. 2014.