

ZONEAMENTO DE RISCO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS PARA O PARQUE ESTADUAL DO GUARTELÁ, TIBAGI (PR)

FOREST FIRE RISK ZONE MAPPING FOR GUARTELÁ STATE PARK, TIBAGI (PR)

Érika Silva Andrade¹ Alexandre França Tetto²

¹Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil - erika.s.andrade@hotmail.com

²Eng. Florestal, Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: tetto@ufpr.br

Resumo

O Parque Estadual do Guartelá é classificado, segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), como uma unidade de conservação de proteção integral, sendo permitido apenas o uso indireto de seus recursos naturais. As Unidades de Conservação (UCs) são criadas com a finalidade de conservar a riqueza biológica existente e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais, porém esses objetivos podem ser ameaçados pela ocorrência de incêndios, motivo pelo qual se faz necessária a utilização de métodos de prevenção e combate aos incêndios florestais. O presente trabalho objetivou a elaboração do Zoneamento de Risco de Incêndios Florestais (ZRIF) do Parque Estadual do Guartelá - PR, com o propósito de auxiliar ações de combate e manejo do fogo nessa área. A preparação do zoneamento baseou-se na análise de mapas de risco e perigo de incêndios compostos a partir das seguintes variáveis: cobertura vegetal, altitude, declividade, influência antrópica e orientação de encostas. Por meio dos resultados obtidos foi possível concluir que 40,70% da área total do parque apresenta alto risco de incêndio, influenciado principalmente pela atividade humana e pela tipologia vegetal presente na UC. O ZRIF subsidia informações a respeito de áreas mais críticas e sobre o grau de risco de ocorrência de incêndios no parque, tornando necessária a tomada de providências, tais como maior vigilância na área e desenvolvimento de atividades de educação ambiental, com o objetivo de prevenir possíveis ocorrências de incêndios.

Palavras Chave: Mapas de Risco de Incêndios; SIG; Unidades de conservação.

Abstract

The Guartela State Park is classified according to The National Conservation Units System (NUCS) as an Integral Protected Conservation Unit, so it is only allowed the indirect use of its natural resources. Conservation units are created in order to protect and preserve biological wealth and assure the sustainable use of natural resources, however fires can severely affect this aims. Forest fires may cause huge damage to incident environment, so it is required the use of preventive methods to act against forest fires. The purpose of this research was the development of a Forest Fire Risk Zoning Map (FFRZM) for the Guartelá park, helping to develop combat and management actions into the park. The forest fire risk map was built up based on fire risk maps analyze of vegetation, altitude, declivity, human influence and orientation slopes. In conclusion, 40.70% of the Guartela state park presents high risk of fire occurrence. The FFRZM gives information about critical areas and about the risk of fire occurrence, requiring some providence such as more surveillance in the park's area and environmental education activities, in order to prevent possible fire occurrences which results in loss of natural resources, biodiversity and cause economic damage.

Keywords: Fire risk maps; GIS; Protected areas.

INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais, segundo Brown e Davis (1973), podem ser definidos como uma combustão que se propaga sem controle, sendo bastante influenciada pelas condições ambientais, gerando o consumo de

numerosas quantidades de combustíveis florestais. A utilização de forma desordenada do solo está associada a um dos principais motivadores de ocorrência de incêndios florestais, podendo ser reduzida por meio de campanhas educativas visando a prevenção de incêndios e por meio da conscientização ambiental (SANTOS *et al.*, 2006; BORGES *et al.*, 2011). A ocorrência dos incêndios também pode ser explicada devido a época do ano, localização geográfica e vegetação constituinte (TETTO *et al.*, 2008).

As unidades de conservação, bem como outros recursos ambientais, estão em constante ameaça de incêndios, geralmente causados por queimadas originadas em propriedades limítrofes, que podem gerar perdas biológicas, como a destruição de vegetação nativa e a mortalidade de animais silvestres. Os incêndios florestais são responsáveis por diversas alterações físicas, químicas e biológicas em um ecossistema, causando mortalidade da fauna e flora, acarretando problemas de saúde, bem como danos e degradações dos solos, por meio dos efeitos erosivos e assoreamento (MAUGER, 2009). Os incêndios podem ainda ter consequências fatais para as pessoas, além das perdas econômicas que podem ocorrer, e os custos gerados para o controle do fogo (FIEDLER, 2006). As alterações ambientais, tais como: mudanças nas características da água e do solo e transformação paisagística, causadas pela ocorrência de incêndios, podem ser de grandes proporções, comprometendo os objetivos de conservação ambiental impostos por uma unidade de conservação (BONTEMPO *et al.*, 2012). Dentre as funções das unidades de conservação estão o importante papel na manutenção do bem-estar social e na conservação da biodiversidade, porém apenas a criação de uma UC não assegura o cumprimento dessas funções, sendo necessária uma gestão de qualidade, a fim de que os objetivos dessas unidades sejam executados (SAMPAIO, 2006). No entanto, segundo o mesmo autor, poucas unidades de conservação brasileiras possuem esse tipo de gestão de qualidade.

Quanto à prevenção de incêndios florestais, há inúmeros métodos de detecção de incêndios florestais que podem ser empregados em parques, tais como sistemas de vigilância móvel, torres de incêndios, entre outros. Segundo Ribeiro *et al.* (2008), o estabelecimento de um zoneamento de risco de incêndios é bastante eficiente na indicação de locais onde a possibilidade de ocorrência de incêndios é maior. Esse instrumento pode ser utilizado para áreas privadas, unidades de conservação e em nível municipal, desde que os fatores que interferem no risco de incêndio sejam considerados de forma correta. O zoneamento de risco de incêndio florestal é apresentado em forma de mapa, representando o terreno de forma subdividida, em áreas de acordo com seu potencial de ocorrência de incêndios. Essas áreas são definidas através da análise de diversos fatores ambientais que influenciam na ocorrência desse fenômeno. Os mapas de riscos subsidiam tomadas rápidas de decisão a fim de prevenir e combater incêndios (SILVEIRA *et al.*, 2013). Apesar de serem ferramentas ainda pouco utilizadas no Brasil, os mapas de riscos são bastante úteis. Essa utilidade já foi demonstrada por autores como Silva *et al.* (2008) para as regiões de Apiaú e Ribeira Campos em Roraima; e Torres *et al.* (2014) para a cidade de Ubá em Minas Gerais, através da utilização destes mapas na prevenção da ocorrência de incêndios florestais.

De acordo com Torres e Machado (2011), os fatores de maior relevância para a geração de risco de incêndio são: os fatores constantes, compostos pelas diferentes tipologias vegetais, que geram diferentes materiais combustíveis, e o relevo; e os fatores variáveis, que são as condições meteorológicas. Segundo Nicolete e Zimback (2013) os fatores relacionados a composição vegetal, uso do solo e topografia do terreno, como declividade e exposição do terreno, geram perigo para o início e propagação do fogo. A influência antrópica exerce papel relevante nas ocorrências de incêndios, visto que no estado do Paraná 70% dos casos de incêndios ocorridos tiveram como motivo a ação de incendiários (SANTOS *et al.*, 2006).

O presente trabalho teve como objetivo elaborar o zoneamento de risco de incêndios florestais para o Parque Estadual do Guartelá, buscando assim contribuir para a melhoria das ações preventivas de incêndios.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização do local de estudo

Criado originalmente pelo Decreto Estadual nº 1.229, de 27 de março de 1992, o Parque Estadual do Guartelá possui 798,97 hectares, abrangendo o *Canyon* do Rio Iapó em toda a sua totalidade, além disso, antepõe área de interesse arqueológico, ecológico e histórico-cultural. O parque está localizado no município de Tibagi, na mesorregião centro oriental do estado do Paraná (FIGURA 1), região de Campos Gerais, coordenadas geográficas 24° 34' S e 50° 14' O. Segundo classificação de Köppen, o clima na área do parque é do tipo Cfa, sofrendo influência indireta do clima Cfb, e a ocorrência de geadas é frequente na região. Em relação à sua cobertura vegetal, o parque se enquadra na Floresta Ombrófila Mista Montana e Aluvial (INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ, 2002). Segundo Ziller e Hatschbach (1996), unidades fitofisionômicas como Estepes, Campos com afloramentos rochosos e paredões de arenito ocorrem no Parque Estadual do Guartelá.

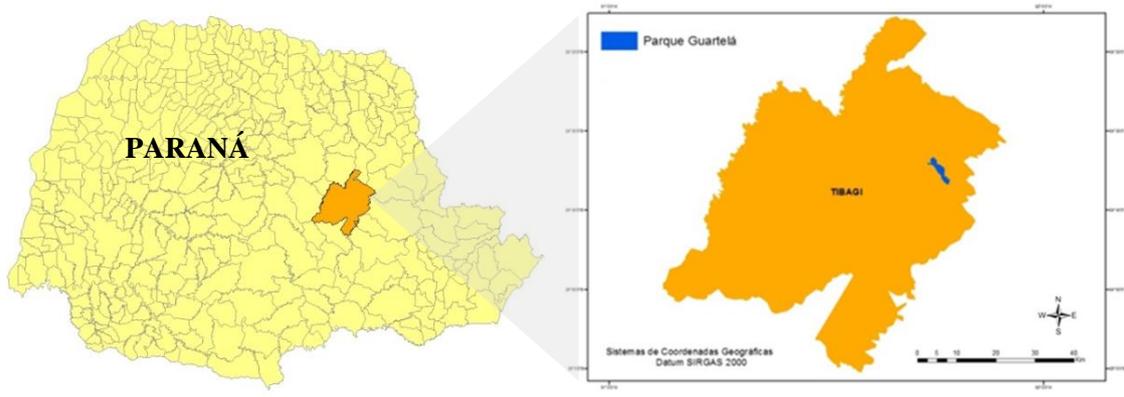


Figura 1. Localização do município de Tibagi e do Parque Estadual do Guartelá
 Figure 1. Localization of Tibagi county and Guartelá state park

O Parque Estadual do Guartelá é classificado como unidade de conservação de proteção integral, e segundo a Lei nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), possui como objetivo principal a conservação da natureza, permitindo que seus recursos naturais sejam utilizados apenas de forma indireta, por meio de turismo ecológico, realizações de pesquisas científicas e atividades de educação ambiental, não sendo permitidos proprietários ou residentes em seu território (BRASIL, 2000). A figura 2 apresenta as principais zonas de uso do parque.

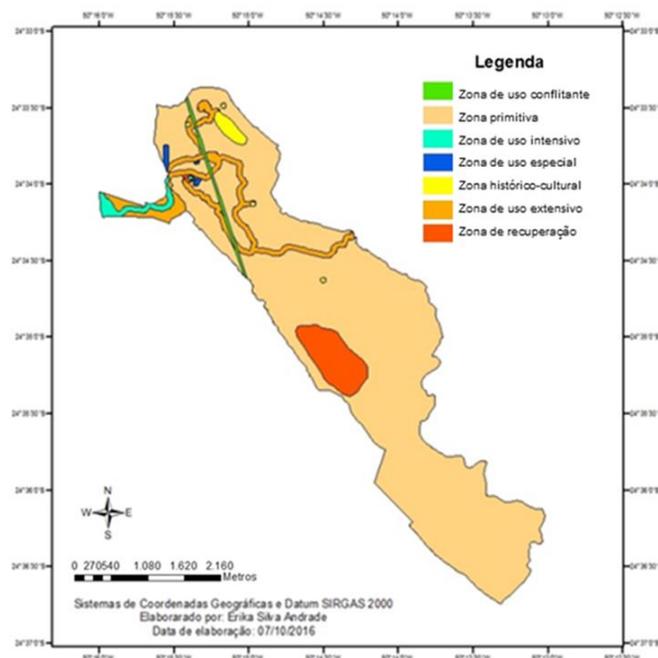


Figura 2. Mapa de zonas de uso do Parque Guartelá
 Figure 2. Zone use map of Guartelá Park

Observa-se que grande parte da área do parque é representada por zona primitiva (84,01%). A zona primitiva é composta por remanescentes de campos, sendo também local de deslocamento da mesofauna, tais como suçuarana (*Puma concolor*) e lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*).

Obtenção e análise dos dados

Neste estudo foram adotados os mesmos parâmetros utilizados em um estudo na Floresta Nacional de Irati, localizado no estado do Paraná, por Tetto *et al.* (2012), servindo de base para a elaboração dos mapas temáticos de cobertura vegetal, influência antrópica, topografia do terreno e zonas com prioridade de proteção. A análise e elaboração cartográfica foram realizadas por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), utilizando o programa ArcGIS 10.1.

Para a elaboração dos mapas de perigo da cobertura vegetal, foram utilizados arquivos *raster* e levantamentos descritos no plano de manejo do parque. A mesma metodologia foi utilizada na confecção dos mapas de risco de influência humana e áreas prioritárias. Para a determinação dos aspectos topográficos, os arquivos foram obtidos do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODATA, 2016) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Cobertura vegetal

Seguindo uma classificação de vulnerabilidade, os tipos vegetais foram dispostos em classes de perigo, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação da cobertura vegetal
Table 1. Classification of vegetation types

Cobertura vegetal	Perigo	Coefficiente
Floresta	Baixo	1
Espécie exótica	Médio	2
Savana	Médio	2
Estepe	Alto	3

Fonte: Aguiar *et al.* (2015), adaptado pelos autores (2016).

As áreas de floresta foram classificadas com perigo baixo de ocorrência de incêndios, pois segundo Ribeiro *et al.* (2008) trata-se de uma formação vegetal com menor perigo de incêndios, devido às características físicas e químicas de seus componentes vegetais e presença de maior teor de umidade em suas folhas e galhos.

O parque estadual é composto também por Campos ou Estepe, e por Savana com representantes vegetais do bioma Cerrado. Em meio à área composta por Estepe está localizada uma pequena parcela de vegetação exótica, que apresenta suscetibilidade ao fogo em razão da quantidade de material combustível presente no solo e da composição química dessa vegetação.

Influência antrópica

O método de avaliação da influência humana na área do parque foi realizado por meio da elaboração de um mapa demonstrando a zona de influência dos acessos, estradas, linhas de transmissão de energia elétrica e locais de tráfego turístico no parque, utilizando uma distância de influência de 50 metros para cada lado, em concordância com a metodologia utilizada por Ribeiro *et al.* (2008). Sendo assim, foram determinadas áreas influenciadas ou não pela presença humana. As áreas com influência antrópica foram classificadas como de risco extremamente alto (coeficiente de risco igual a 5) e as áreas sem influência humana receberam classificação de baixo risco de ocorrência (coeficiente de risco igual a 1).

Aspectos topográficos do terreno

As áreas com maiores declividades foram consideradas de maior suscetibilidade ao fogo devido à transferência de calor que é facilitada no sentido do aclave, aumentando assim a velocidade de propagação do incêndio. Em áreas mais íngremes, a água originada das chuvas escorre com maior rapidez e infiltra menos nos solos, os tornando mais secos (VALERIANO, 2008). Sendo assim, esses locais apresentam menor umidade, o que aumenta o perigo de ocorrência e propagação do fogo.

Em se tratando da altitude, essa variável apresenta relação com o teor de umidade relativa do ar de acordo com a variação de altura do terreno, influenciando no perigo de incêndios (RIBEIRO *et al.*, 2008). Em relação à orientação das encostas, essa variável expressa, de forma indireta, o teor de umidade do material combustível presente no local em razão da quantidade de horas de exposição ao sol. Os locais com diferentes orientações e inclinações, quando comparados a locais de superfície plana, recebem quantidade de radiação solar distinta (TORRES; MACHADO, 2011). No hemisfério sul, as regiões com faces voltadas para o norte recebem maior quantidade de raios solares e de modo mais direto, gerando uma maior suscetibilidade à ocorrência de

fogo. A tabela 2 apresenta a classificação do perigo para as variáveis: declividade, altitude e orientação das encostas.

Tabela 2. Classificação dos aspectos topográficos do parque
Table 2. Topographic aspects classes of Guartelá state park

	Classes	Perigo	Coefficiente
Declividade (%)	Até 15	Baixo	1
	15,1 – 25	Médio	2
	25,1 – 35	Alto	3
	35,1 - 45	Muito alto	4
	> 45	Extremamente alto	5
Altitude (m)	> 1500	Baixo	1
	1200,1 – 1500	Médio	2
	900,1 – 1200	Alto	3
	600,1 – 900	Muito alto	4
	Até 600	Extremamente alto	5
Exposição das encostas	SE / S / SW	Baixo	1
	E	Médio	2
	NE	Alto	3
	NW / W	Muito alto	4
	N	Extremamente alto	5

Fonte: Soares (1985) adaptado pelos autores (2016).

Zonas prioritárias de proteção

As zonas prioritárias foram definidas de acordo com a biodiversidade que possuem e principais atividades praticadas nessas áreas. A classificação de acordo com as zonas pertencentes ao parque está apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Classificação das zonas segundo prioridade de proteção
Table 3. Priority protection zones classes

Zona	Perigo	Coefficiente
Uso extensivo	Alto	3
Primitiva	Alto	3
Histórico-cultural	Alto	3
Uso intensivo	Médio	2
Uso especial	Médio	2
Recuperação	Baixo	1
Uso conflitante	Baixo	1

Fonte: Tetto *et al.* (2012), adaptado pelos autores (2016).

Zoneamento de risco de incêndios

A confecção do mapa de zoneamento de risco de incêndio decorreu da sobreposição e integração dos mapas de risco de cobertura vegetal, influências antrópicas, topografia do terreno e zonas com prioridade de proteção. Com a utilização de um modelo de ponderação, adaptado de Tetto *et al.* (2012), foi avaliada a relevância de cada variável para a ocorrência e propagação de incêndios, e a cada variável foi atribuído um peso de acordo com sua relevância. O modelo de integração, composto pelo somatório das variáveis, pode ser observado abaixo:

$$\text{RISCO DE INCÊNDIO: } 0,2 * (\text{DV} + \text{AL} + \text{OE}) + 0,8 * \text{IA} + 0,6 * \text{CV} + 0,4 * \text{ZP}$$

Sendo:

DV = declividade do terreno
 AL = altitude
 OE = orientação das encostas
 CV = cobertura vegetal
 IA = influência antrópica
 ZP = zonas com prioridade de proteção

Por meio dos resultados obtidos do somatório dos pesos de cada componente foram distribuídas cinco classes de risco, levando em consideração seu grau de vulnerabilidade ao fogo, iniciando em classes de risco baixo até extremamente alto (Tabela 4). A distribuição das classes foi originada da quebra natural dos valores, realizado pelo *software* utilizado, variando de 3,60 a 9,80.

Tabela 4. Classes de risco do zoneamento
 Table 4. Zone mapping risk classes

Intervalo de classe	Risco
3,60 - 4,79	Baixo
4,80 - 5,59	Médio
5,60 - 6,79	Alto
6,80 - 8,19	Muito alto
8,20 - 9,80	Extremamente alto

Fonte: Os autores (2016)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas temáticos gerados para cada variável avaliada estão dispostos na figura 3. As áreas cobertas por savana, estepe e vegetação exótica representaram 75,38% (Figura 3 - A) da superfície total da unidade de conservação, e receberam classificação de perigo médio e alto de incêndios florestais. A floresta esteve presente na área restante do parque e apresentou baixo perigo de ocorrência e propagação do fogo. Cabe destacar que, de acordo com Torres e Machado (2011), as florestas retêm a radiação solar causando a diminuição da temperatura do ar e do material combustível presente no solo, elas evitam a passagem de correntes de ar, reduzem a evaporação e a secagem do material combustível, e aumentam a umidade relativa do ar em seu interior, tornando a probabilidade de ocorrência e propagação de incêndios menor.

Com relação às áreas antropizadas (Figura 3 - B), estas estão locadas principalmente nas zonas de uso conflitante, histórico histórico-cultural, uso intensivo e extensivo. Essas zonas compõem 22,04% da área da unidade de conservação, considerando o raio de influência de 50 metros, contrapondo com 77,96% de áreas que não sofrem interferência humana frequente. Segundo Torres e Ribeiro (2008), os incêndios, em sua maioria, são originados de ações humanas.

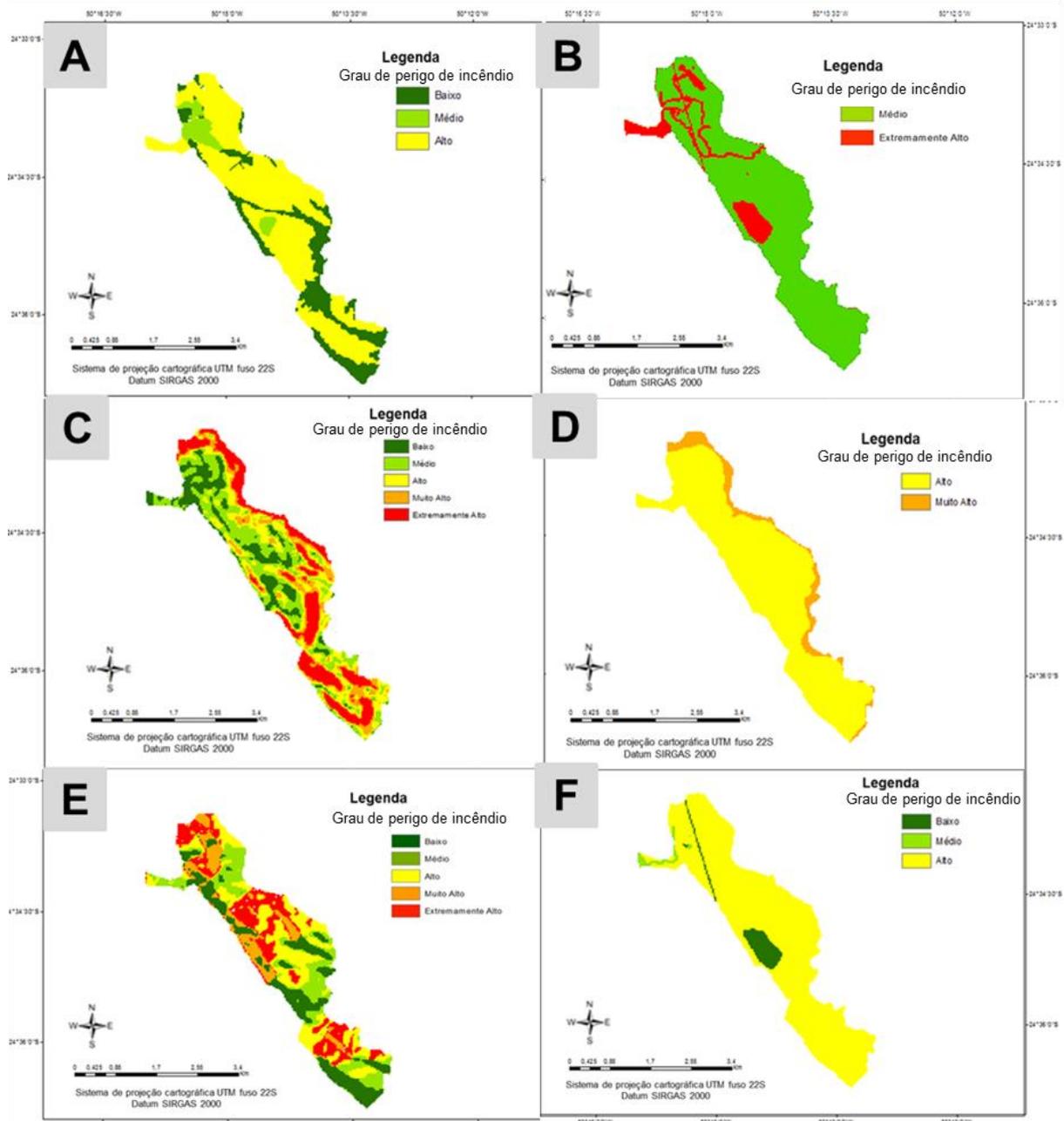


Figura 3 - Mapas temáticos individuais das variáveis avaliadas. A - Cobertura vegetal, B - Áreas antropizadas, C - Declividade, D - Altitude, E - Exposição de encostas e F - Zonas prioritárias de proteção.

Figure 3 – Individual thematic maps of assessed variables. A - Vegetation cover, B - Human influenced areas, C - Declivity, D - Altitude, E - Slope exposure and F - Protection priority areas.

A maior parte do terreno do parque (26,94% da área) possui inclinação de 15,1 a 25% (Figura 3 – C), sendo assim essas áreas foram classificadas, de acordo com a variável declividade, como sendo de perigo médio de ocorrência de incêndio. Os índices que demonstram maior suscetibilidade ao fogo, como perigo alto e muito alto, ocuparam aproximadamente 44% da área do parque. Visto que a declividade influencia de forma importante a propagação dos incêndios, orientando a direção do fogo e sua velocidade (VENTURI; ANTUNES, 2007), nota-se que quase metade da área do parque sofre com o perigo permanente de ocorrência de incêndios. Segundo Magalhães *et al.*(2012), incêndios de menores proporções relatados no Parque Nacional da Serra da Canastra ocorreram em áreas com declives menores, ao contrário do ocorrido em áreas mais acidentadas e onduladas, nas quais os incêndios possuíram maiores proporções.

Segundo o mapa de perigo gerado a partir da altitude do Parque Estadual do Guartelá (Figura 3 – D), duas classes de altitudes foram observadas. A classe que apresentou variação de 600,1 a 900 metros ocupa 10,60% da área do parque e se refere a uma área de perigo muito alto de ocorrência de incêndios. Porém, a maior parte da área (89,40%) possui um alto perigo de ocorrência, pois apresenta variação de altitude de 900,1 a 1200 metros.

Em relação ao direcionamento de encostas (Figura 3 – E), 27,45% da área do parque foi classificada com alto perigo de incêndios, 11,73% possui perigo de ocorrência de incêndio muito alto e 20,59% perigo extremamente alto. Sendo assim, quase 60% do total de área do parque recebeu classificação como perigo alto, muito alto e extremamente alto de incêndios, com orientação das encostas para as faces nordeste, noroeste e norte. Segundo estudo realizado por Torres e Ribeiro (2008), no qual os autores tratam dos incêndios ocorridos em bairros da cidade de Juiz de Fora em Minas Gerais, determinou-se que a maior parte das ocorrências foi em áreas situadas na face norte, na qual os materiais combustíveis recebem incidência direta e elevado tempo de exposição à luz solar, aumentando a probabilidade de ocorrência de incêndios.

Para as zonas prioritárias de proteção (Figura 3 – F), um percentual de 92,64% da superfície do parque foi classificada como de alto perigo de ocorrência de incêndio, 5,84% como baixo perigo e os 1,52% restante de área recebeu classificação de perigo médio. Portanto, fazem-se necessárias ações efetivas de prevenção a incêndios, visto que a maior parte da área da unidade de conservação possui alto perigo de perda de biodiversidade caso venha a ser atingida por incêndios. Cabe destacar que as zonas primitiva, histórico-cultural e de uso extensivo possuem riqueza de diversidade biológica e recursos naturais que devem ser protegidos de forma prioritária, e são áreas onde a ocorrência de incêndios ameaça diretamente a manutenção da biodiversidade.

Zoneamento de risco de incêndios florestais

A figura 4 representa o zoneamento de risco de incêndios florestais.

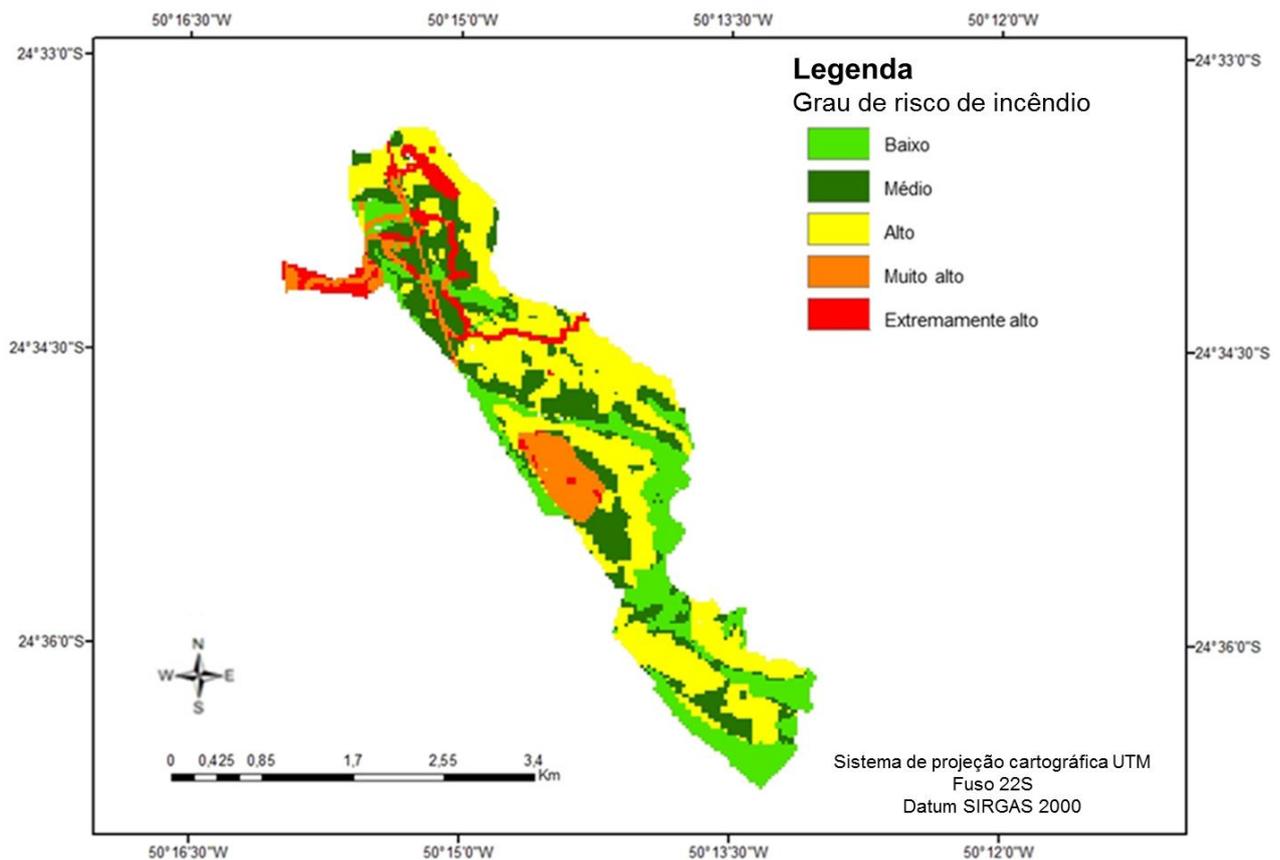


Figura 4. Zoneamento de Risco de Incêndios Florestais para o Parque Estadual do Guartelá
Figure 4. Forest fire risk zone mapping for Guartela State Park

Segundo o zoneamento de risco de incêndios obtido, pode-se observar que 40,70% da extensão total do Parque Estadual do Guartelá foi classificada como de risco alto. As zonas de uso extensivo, uso intensivo, uso histórico-cultural, conflitante e de recuperação apresentaram as áreas com risco extremamente e muito alto de ocorrência de incêndios (15,49% da área total do parque), devido, principalmente, a interferência humana e a tipologia vegetal, predominante nessas zonas. Em estudos realizados por Coura *et al.* (2009) com ocorrência de incêndios no Maciço da Pedra Branca no Rio de Janeiro, e Torres *et al.* (2014) com a ocorrência de incêndios na vegetação da área urbana em Ubá - MG, os resultados foram semelhantes, sendo a maior parte da área dos locais estudados classificados com riscos alto ou extremo de incêndios, influenciados por variáveis como: orientação das encostas e cobertura vegetal.

As áreas que receberam classificação de baixo e médio potencial de ocorrência de incêndios totalizaram 44,70% da extensão do parque. As regiões com floresta demonstraram um menor potencial de ocorrência devido à baixa atividade humana, às características da cobertura vegetal e aspectos topográficos, que dificultam o início e propagação de incêndios. Apesar de apresentar áreas com baixo e médio riscos a maior parte do parque foi classificada com alto, muito alto ou extremamente alto risco, portanto, a probabilidade de ocorrência e propagação de incêndios é alta.

CONCLUSÕES

As análises realizadas permitiram concluir que o Parque Estadual do Guartelá obteve 40,70% da sua totalidade classificado como risco alto. Essa informação alerta para a necessidade de realização de ações preventivas a ocorrência de incêndios, focando principalmente nas áreas com maior risco, evitando assim prejuízos ambientais, econômicos e sociais.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. D.; SANTOS, L. F. de M.; MATRICARDI, E. A. T.; BATISTA, I. X. Zoneamento de risco de incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros – GO. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 21, p. 1943 - 1957, 2015.

BONTEMPO, G. C.; LIMA, G. S.; RIBEIRO, G. A.; DOULA, S. M.; ALMEIDA, M. **Avaliação das condições de prevenção e combate a incêndios florestais em unidades de conservação federais** – infraestrutura e equipamentos. In: LIMA, G. S.; BONTEMPO, G. C.; ALMEIDA, M.; GONÇALVES, W. (Org). *Gestão, pesquisa e conservação em áreas protegidas*, 2012, p. 137 – 155.

BORGES, T. S.; FIEDLER, N. C.; SANTOS, A. R.; LOUREIRO E. B.; MAFIA, R. G. Desempenho de alguns índices de risco de incêndios em plantios de eucalipto no norte do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, n. 18, v. 2, p. 153- 159, 2011.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 jul. 2000. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L9985.htm>>. Acesso em: 13 ago. 2016.

BROWN, A. A.; DAVIS, K. P. **Forest fire: control and use**. New York: McGraw Hill Book, 1973.

COURA, P. H. F.; SOUSA, G. M.; FERNANDES, M. do C. Mapeamento geocológico da suscetibilidade à ocorrência de incêndios no Maciço da Pedra Branca, município do Rio de Janeiro. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 32, n. 2, p. 14 - 25, 2009.

FIEDLER, N. C. Avaliação das condições de trabalho, treinamento, saúde e segurança de brigadistas de combate a incêndios florestais em unidades de conservação do Distrito Federal: estudo de caso. Viçosa: **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 55 - 63, 2006.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP). **Plano de manejo do Parque Estadual do Guartelá**. Curitiba, Paraná, 2002.

MAGALHÃES, S. R., LIMA, G. S., RIBEIRO, G. A. Avaliação dos incêndios florestais ocorridos no Parque Nacional da Serra da Canastra - Minas Gerais. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 135 - 141, 2012.

MAUGER, J. S. **Incêndios florestais**: causas, consequências e como evitar. Instituto Brasília Ambiental, 2009. Disponível em: <<http://www.ibram.df.gov.br/sites/400/406/00001738.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2016.

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, p. 55 – 62, 2013.

RIBEIRO, L.; KOPROSKI, L. P.; STOLE, L.; LINGNAU, C.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Zoneamento de riscos de incêndios florestais para a fazenda experimental do Canguiri, Pinhais (PR). **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 3, p. 561 – 572, 2008.

SAMPAIO, O. B. **O impacto dos incêndios florestais nas unidades de conservação brasileiras**. In: Unidades de conservação: ações para valorização da biodiversidade. IAP (Instituto Ambiental do Paraná), Curitiba, p. 38 – 152, 2006.

SANTOS, J. F.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002. **Floresta**, v. 36, n. 1, p. 93 - 100, 2006.

SILVA, G. F. N.; TAVARES JÚNIOR, S. S.; EVANGELISTA, R. A. O.; OLIVEIRA JÚNIOR, M. C. M. Integração digital e análise espacial aplicadas ao estudo da susceptibilidade a incêndios florestais em Apiaú e Ribeiro Campos – Roraima. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 4, p. 683 - 697, 2008.

SILVEIRA, A. H. de M.; SILVA, B. C. O.; SILVA, F. M.; JUNIOR, N. P. da C. 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, p. 1174 – 1192, 2013.

SOARES, R. V. **Incêndios florestais**: controle e uso do fogo. Curitiba: FUPEF, 1985.

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.

TETTO, A. F.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V. Zoneamento de risco de incêndios florestais para a Floresta Nacional de Irati, estado do Paraná, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 249 - 258, jun. 2012.

TOPODATA – Banco de dados geomorfológicos do Brasil, 2016. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>> . Acesso em: 15 dez. 2016.

TORRES, F. T. P.; RIBEIRO, G. A. Índices de risco de incêndios florestais em Juiz de Fora/MG. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 15, n. 2, p. 30 – 39, 2008.

TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J. de O. **Introdução à climatologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

TORRES, F. T. P.; RIBEIRO, G. A.; MARTINS, S. V. M.; LIMA, G. S. Mapeamento da suscetibilidade a ocorrências de incêndios em vegetação na área urbana de Ubá - MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 5, p. 811 - 817, 2014.

VALERIANO, M. M. Dados topográficos. In: FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, p.72 – 104, 2008.

VENTURI, N. L.; ANTUNES, A. F. B. Determinação de locais ótimos para implantação de torres de vigilância para detecção de incêndios florestais por meio de sistema de informações geográficas. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 159 - 173, 2007.

ZILLER, S. R.; HATSCHBACH, G. G. **As formações vegetais do Parque Estadual do Guartelá, Tibagi, PR**. Secretaria Estadual do Meio Ambiente; Instituto Ambiental do Paraná: Curitiba, 1996.